

# **Repetitor**

**In dit nummer:**

**Universele PLL voor  
23/13 cm**

**Buffertrap  
voor audiocarriergenerator**

**Nieuwe repeater : PI6KMP**

**13 cm-stuurzender ;  
deel 3 :  
1,5 W eindtrap + Videodeel**

**Nader bekeken  
met o.a. Brand!, PI6ANH en PI6TNO**

**Frequentie-overzicht  
ATV-repeaters in Nederland,  
België en Duitsland**



**HET TIJDSCHRIFT  
VOOR DE ATV'ER**

# Colofon

Repeater 2/1998

**Redactie:**

Hans Bruin  
Rens Maas  
Rob Ulrich, PE1LBP

**Dit nummer kwam tot stand met medewerking van:**

Henk Medenblik, PE1JOK  
Rob Krijgsman, PE1CHY  
Roel van Dijk, PE1CGY  
Cor Eiff, PE1GTV  
Peter Verhoog, PEØPJV  
Theo Gosselink, PE1MHT

**Redactie-adres:**

Gibbon 14  
1704 WH Heerhugowaard  
Tel. 072-5720993 (ook 's avonds)  
Fax. 072-5720992  
GSM: 06-54365721  
Email: Repeater-nl@rocketmail.com

**Abonnementenadministratie en advertentie-exploitatie:**

Diana Ulrich-Schraag

**Jaarabonnement:**

Fl 40,- per jaar (Nederland, België).  
Overige landen Fl 55,- per jaar.  
Abonnementen worden tot wederopzegging aangegaan.

**Uitgever:**

CCH Media  
Gibbon 14  
1704 WH Heerhugowaard

**DE DEADLINE VOOR REPEATER 3/1998 IS 15 AUGUSTUS 1998 !!!!**

De redactie is niet verantwoordelijk voor schade, voortvloeiende uit de praktische toepassing van in Repeater gepubliceerde schakelingen. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van de gepubliceerde artikelen ligt bij de auteurs. Het octrooi-recht is verder van toepassing op alles wat in Repeater gepubliceerd wordt. Niets uit deze uitgave mag op enigerlei wijze worden gereproduceerd, overgenomen of op andere wijze worden gebruikt of vastgelegd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De artikelen in Repeater hebben geenszins de bedoeling wetsovertredingen uit te lokken.

## ATV, belangenbehartiging en 'normen'

We lazten onlangs het verslag van het landelijk Amateur Overleg, het overleg dat tussen onze 'belangenbehartigers' (de amateurverenigingen) en de overheid (de RDR) onlangs heeft plaatsgevonden. Amateurtelevisie stond daar -op verzoek van de Veron- hoog op de agenda. In het verslag lazten we dat de maximale bandbreedte voor een FM-gemoduleerd ATV-sig-naal volgens de verenigingen slechts 16 MHz mocht bedragen. En dat nog wel bij -40dB afval, iets dat zelfs in de professionele sfeer bijna niet mogelijk als je nog een fatsoenlijk beeld wil uitzenden met FM-modulatie. Het heeft er daarom alle schijn van dat onze 'belangenbehartigers' er alles aan doen om onze hobby om zeep te helpen. Als redactie van Repeater zetten we daar uiteraard grote vraagtekens bij. De vergelijking met spraak gemoduleerde FM-signalen geeft een goede vergelijking. Een NBFM-sig-naal klinkt beduidend minder goed dan een breedband FM-sig-naal. Hetzelfde geldt voor televisiesignalen. Doordat veel zendamateurs gebruik maken van meer dan een audiodraaggolf betekent de 'eis' van de Veron dat we eigenlijk terugzouden moeten gaan naar 'af' of zelfs 'uit'. Ook ATV is in de ogen van met name de Veron een medium dat uitsluitend bestemd is voor communicatie (waarbij beeldkwaliteit van ondergeschikt belang is). En dat terwijl velen er juist naar streven om de beeldkwaliteit zo hoog mogelijk te maken. De 'norm' zoals die door de Veron echter gehanteerd wordt, is afkomstig van de IARU, een internationaal overleg tussen de amateurverenigingen. De IARU doet slechts aanbevelingen richting de nationale overheden. Het staat dan ook de overheden vrij om deze aanbeveling wel of niet over te nemen in de machtigingsvoorwaarden voor zendamateurs (en onbemande stations). En daar wringt hem nou net de schoen. De amateurverenigingen trachten op het Amateur Overleg gewicht in de schaal te leggen door te wijzen op het compromis van de IARU. Compromis, omdat lang niet alle verenigingen er hetzelfde over denken. De RDR doet er daarom verstandig aan enige afstand te nemen van deze 'norm' en uitsluitend toe te zien op het gebruik van de amateurbanden (en de 'norm' niet over te nemen in de machtigingsvoorwaarden). Dat juist de verenigingen die het uitsluitend opnemen voor amateurs die met spraak of morse een verbinding tot stand brengen hier zo'n punt van maken verbaast ons eigenlijk niet eens meer. Amateurtelevisie blijft bij deze clubs een ondergeschoven kindje en de aanval op de mogelijkheden (de experimenten van ATV'ers staan immers op gelijke voet met de huidige stand van de techniek) doet ons het ergste voor de toekomst vrezen. Het wordt daarom tijd dat er iemand (of een échte vertegenwoordiger voor de Nederlandse ATV-stations) het voortouw gaat nemen en zich als vertegenwoordiger van ATV'end Nederland mag noemen. Een Nederlandse ATV-vereniging? De toekomst zal het leren. Een onafhankelijk tijdschrift zoals Repeater (dat natuurlijk een doorn in het oog van de amateurverenigingen is) is hopelijk slechts de eerste stap. Wij (de redactie van Repeater) hopen dat het plezier van onze hobby niet bedorven gaat worden door de belangen van een enkeling.

*De redactie*

**Repeater op het World Wide Web:**  
<http://www.euronet.nl/users/rulrich/>

### Inhoud Repeater 2/98:

Voorwoord .....	1
PI6ANH vernieuwd .....	3
Universele PLL voor 23 en 13 cm .....	4
Het ontwerpen van een bufferschakeling .....	12
Dayton, HamVention 1998 .....	14
Nader bekeken .....	18
13 cm Amateurtelevisie stuurzender, deel 3 .....	21
De jongste van Nederland: PI6KMP .....	33
Frequentie-overzicht .....	34

PI6ANH is met ingang van 22 mei weer geheel vernieuwd in de lucht. De afgelopen maanden hebben verschillende amateurs de handen ineen geslagen om de volledige zend/ontvangstinstallatie aan te passen aan de eisen des tijds. Het resultaat is er naar. Compleet met een PIP met vier beelden kunnen de amateurs in de regio Arnhem weer volop gebruik maken van PI6ANH.

Het relais is voorzien van een vierkanaals PIP-unit. Deze is alleen actief als er meerdere stations op verschillende ingangen aanwezig zijn. De relaisfuncties zijn te besturen door middel van DTMF-codes op 144.5375 MHz en 438.6875 MHz. (tevens hoorbaar op 6.5 MHz via ANH) DTMF minimaal 1 sec per toon. Zo is het mogelijk om met behulp van deze codes de frequenties van een van de voorgeprogrammeerde ATV-repeaters in binnen- en buitenland op te roepen. Op de 23 cm-ingang zijn ook de frequenties 1308 MHz en 1318 MHz te selecteren. Deze frequenties zijn om eventuele Engelse repeaters te kunnen ontvangen. De relaiscommissie bestaat momenteel uit:

PE1CGY,

PE1CHY,

PE1OFO,

PE1OKQ,

PE1OMU,

PE1PTI,

PE1RBU,

PE1RKM

Roel van Dijk

Rob Krijgsman

Lucien Lammertink

Robert Kardol

Peter Smit

Arno Brinkman

Remco Andriessen

Vincent Dorland

**Sponsors welkom!**  
Het bouwen en onderhouden van een ralaistation kost behalve erg veel tijd ook een hoop geld. Mede door bijdragen van onderstaande personen hebben wij dit relais kun-



*De klus is geklaard, vol trots presenteert de relaiscommissie de vernieuwde repeater PI6ANH. Op 2387 MHz kunt u het zelf bekijken.*

nen bouwen. Bijdragen zijn altijd van harte welkom op gironr: 7901416.

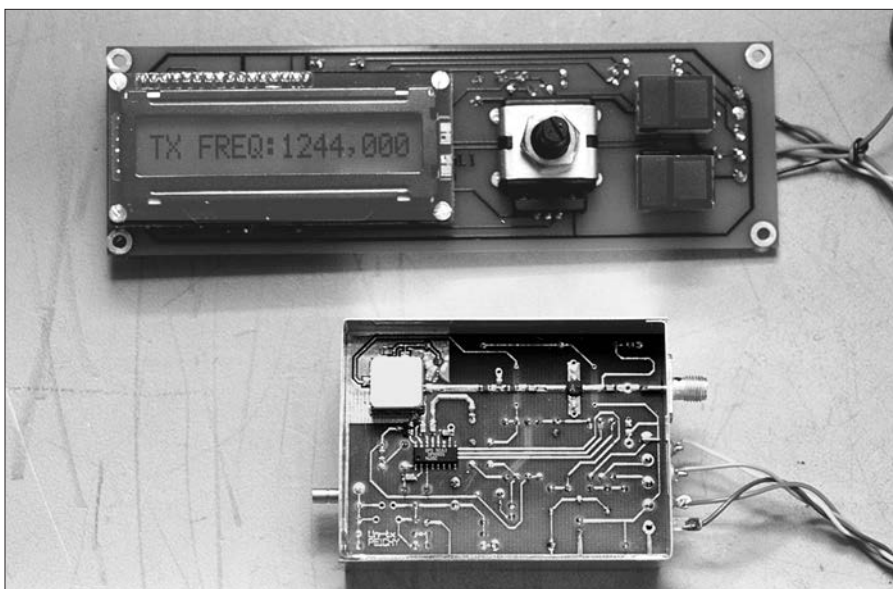
Met dank aan:  
ADDCOM, DJ5OX, PA3GNX,  
PE1RFG, PE1PZW, PE1PVK



Overzicht DTMF codes:	
10	Testbeeld (10 min)
11	Reset testbeeld
12	Beeldkrant (10 min)
13	Reset beeldkrant
14	Buiten camera (10 min)
15	Reset buiten camera
16	144.5375 Ingang uit (30 min)
17	144.5375 Inschakelen
Ingang 23 cm Oostzijde 1252 MHz	
20	Ingang squelch open (15 min)
21	Ingang uit (15 min)
22	Reset ingang
Ingang 10400 MHz	
23	Ingang squelch open (15 min)
24	Ingang uit (15 min)
25	Reset ingang
Ingang 23 cm Westzijde	
30	Squelch open 1270 MHz (15 min)
31	Squelch open 1252 MHz (15 min)
32	Squelch open 1258 MHz (15 min) (= ONØATV)
33	Squelch open 1265 MHz (15 min)
34	Squelch open 1280 MHz (15 min) (= PI6EHV, PI6ATS)
35	Squelch open 1285 MHz (15 min) (= PI6ATR)
36	Squelch open 1308 MHz (15 min)
37	Squelch open 1318 MHz (15 min) (= GB3LO)
38	Ingang uit (15 min)
39	Reset ingang
Ingang 13 cm	
40	Squelch open 2342 MHz (15 min)
41	Squelch open 2325 MHz (15 min)
42	Squelch open 2330 MHz (15 min) (= DBØTVA Inverted video)
43	Squelch open 2352 MHz (15 min) (= PI6ALK)
44	Squelch open 2355 MHz (15 min) (= PI6HVS)
45	Squelch open 2410 MHz (15 min)
46	Squelch open 2422 MHz (15 min)
47	Squelch open 2427 MHz (15 min) (= PI6NYV)
48	Ingang uit (15 min)
49	Reset ingang
Ingang 3 cm	
50	Squelch open 10200 MHz (15 min) (= DDØRWE)
51	Squelch open 10265 MHz (15 min)
52	Squelch open 10300 MHz (15 min)
53	Squelch open 10350 MHz (15 min)
54	Squelch open 10375 MHz (15 min)
55	Squelch open 10425 MHz (15 min) (= PI6ATV)
56	Squelch open 10450 MHz (15 min)
57	Squelch open 10490 MHz (15 min) (= PI6TNO)
59	Reset ingang
Audio	
70	23 cm Audio 5.50 MHz (15 min)
71	23 cm Audio 6.00 MHz
72	23 cm Audio 6.50 MHz (15 min)
73	13 cm Audio 5.50 MHz
74	13 cm Audio 6.00 MHz
75	13 cm Audio 6.50 MHz
76	3 cm Audio 7.02 MHz (15 min)
77	3 cm Audio 6.00 MHz
78	3 cm Audio 6.50 MHz (15 min)

In verschillende bladen (ook in Repeater) zijn schakelingen gepubliceerd van stuurzenders voor 23 en/of 13 cm. Vaak wordt daarbij gebruik gemaakt van voor sommige amateurs 'moeilijk te hanteren' SMD-componenten. We zijn daarom ingegaan op de roep om een eenvoudige en goed reproduceerbare stuurzender voor een van amateurbanden. We kwamen in contact met Rob Krijgsman, PE1CHY, die het afgelopen jaar druk bezig is geweest met een project, met als basis een universele PLL-schakeling voor een 23 of een 13 cm ATV-stuurzender. En...nog wel grotendeels met 'gewone' componenten. In dit nummer stellen wij het Uni-TX-project aan u voor. (RU)

Het bouwen van een goede FM-stuurzender voor 23 of 13 cm is in theorie niet zo moeilijk. In de amateurbladen zijn diverse schakelingen gepubliceerd. Maar de praktijk is minder rooskleurig. Een bron van veel problemen vormt vaak de oscillator (VCO) die meestal een vage driedimensionale opbouw heeft en met veel geduld en de juiste meetmogelijkheden aan de praat geholpen moet worden. Ook de soms gebruikte PLL kan een bron van ellende zijn (wil niet locken, stoortprodukten enzovoort). Als de zender dan ook nog continu over de hele band afstembaar moet zijn wordt niet zelden toevlucht genomen tot een simpele potmeterafstemming met alle bijbehorende nadelen.



**Fig.1**  
*Het Uni-TX project hier met een VCO/PLL voor 23 cm*

## Commerciële VCO's

Het hart van deze stuurzender, de VCO, wordt gevormd door een kant-en-klare module van Z-Communications. Deze firma levert VCO's voor de meest uiteenlopende toepassingen en frequentiebanden. Door de keuze van het juiste type VCO kan een zender gebouwd worden voor 23 cm (VCO 800-1600 MHz), die ook als stuurzender voor 3 cm volgens het mengprincipe gebruikt kan worden, of voor 13 cm (VCO 2000-2500 MHz), die ook gebruikt kan worden bij vermenigvuldiging naar 3 cm.

## Preëmphase

De zender heeft een standaard CCIR-405 videopreëmphase, zodat een videobron (camera of testbeeldgenerator) rechtstreeks kan worden aangesloten. Om ook geluid mee te zenden is een basisbandschakeling nodig met daarin de geluidss oscillator(s). Van dergelijke schakelingen zijn verschillende versies in omloop, zoals de HQ-basisbandmodulator die eerder in Repeater is gepubliceerd. Let er wel op dat in de basisbandschakeling geen preëmphase is opgenomen. Als dat wel het geval is en deze moeilijk uit te schakelen is, dan kan in de zender de preëmphase uitgeschakeld worden door C3, C4, R7

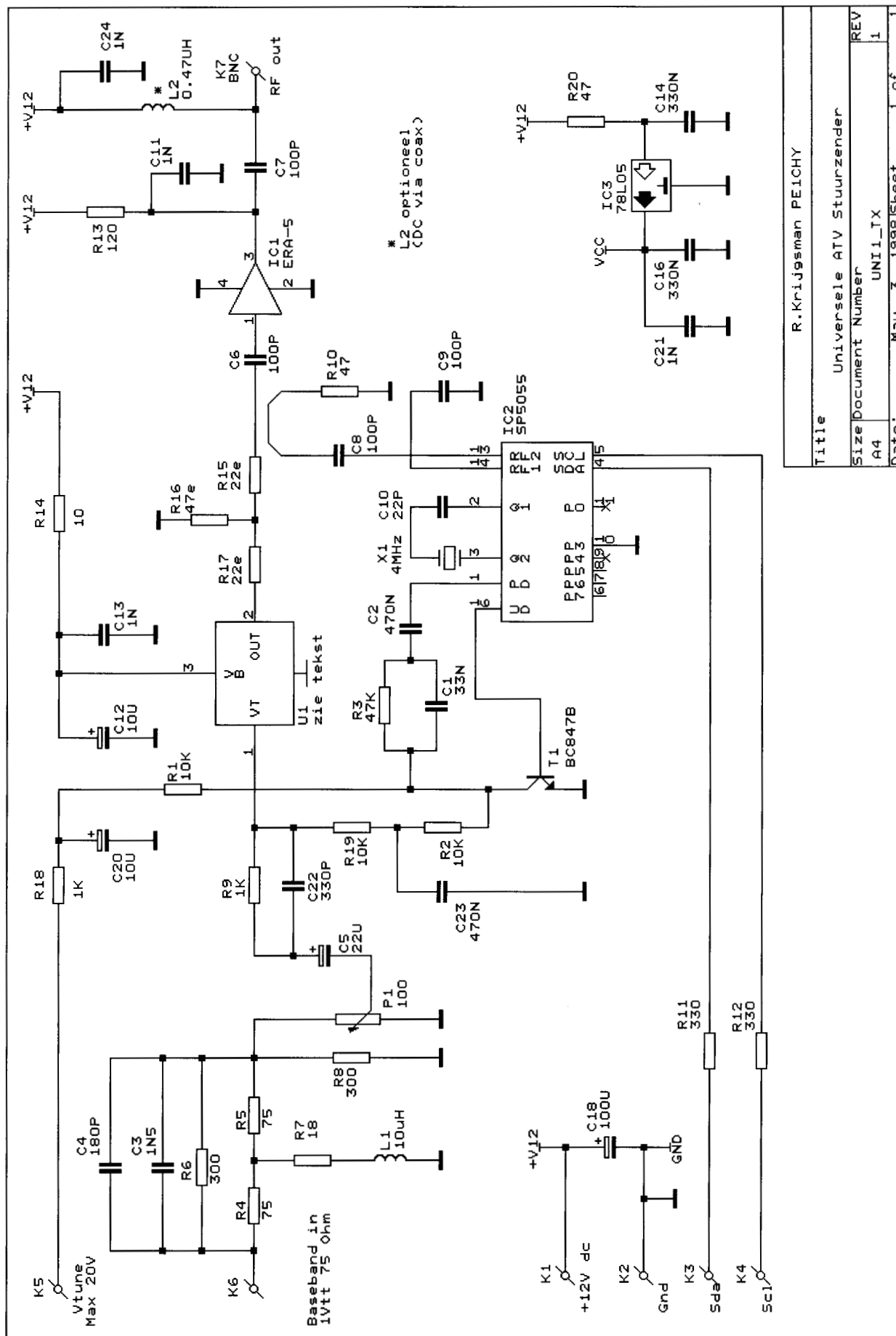
en L1 weg te laten.

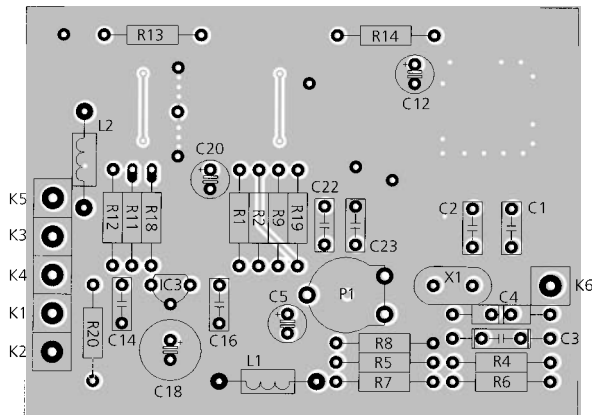
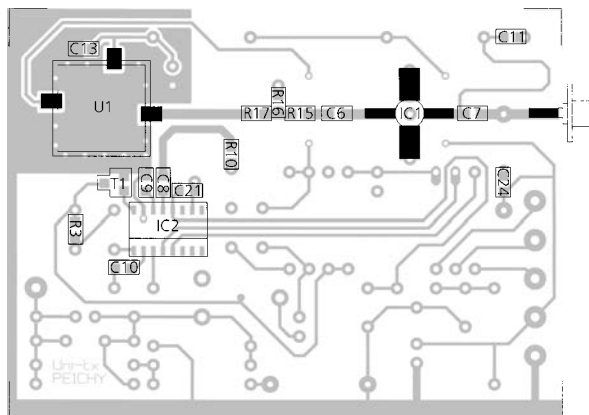
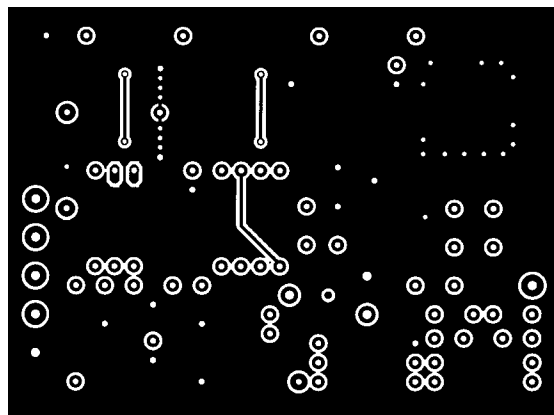
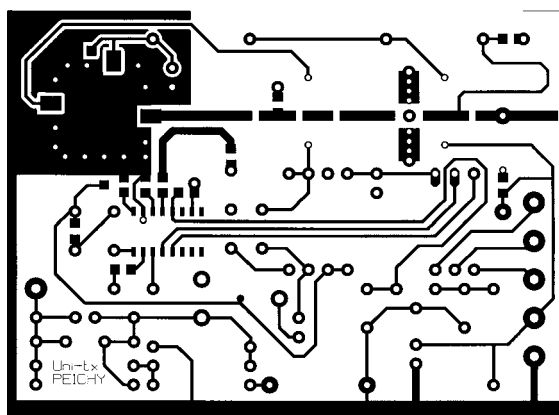
## Het schema

De VCO U1 werkt op 12 Volt voedingsspanning en de afstemspanning ligt tussen 0 en 20 Volt. Er komt dan een rf-sigitaal uit van circa 7 dBm. Het VCO-uitgangssigitaal belandt eerst in een T-verzwakker met R15-17. De verzwakking dient men te kiezen in overeenstemming met het gewenste uitgangsvermogen. Met de MMIC IC1 kan vervolgens 10 tot circa 50 mW worden opgewekt.

Afstemmen geschiedt met een Philips I<sup>2</sup>C-IC, type TSA5055 (of SP5055). Dit IC bevat een complete PLL-synthesizer inclusief een prescaler tot 2.6 GHz. Met een richtkoppeling wordt een zeer klein deel van het uitgangsvermogen van het sigitaal (circa -10 dBm) naar de gevoelige prescaler-ingang van de synthesizer gevoerd. Rond X1 wordt het referentiesigitaal opgewekt. Met het hier gebruikte kristal van 4.000 MHz kan een minimale stapgrootte van 125 kHz bereikt worden. De besturingssoftware gaat om praktische redenen niet lager dan 250 kHz. Het PLL-loopfilter wordt door R3/C1 en C2 gevormd.

Het videosigitaal (inclusief eventuele geluidsdraaggolf) wordt via het preëmphasefilter op de afstemspan-





**Fig.3-6**  
**Print layout en componentenopstelling PLL/VCO-unit (schaal 1:1)**

ning gesuperponeerd en levert zo de gewenste FM-modulatie. Met C22 wordt de hoogafval ten gevolge van de ingangscapaciteit van de VCO gecompenseerd. De frequentiekenarakteristiek voor video is recht tot ongeveer 5 MHz. De commercieel vervaardigde VCO, zeer stabiel en vrij van faseruis, is veel beter dan de in amateurkringen gebruikelijke constructies met bijvoorbeeld een BFR91 in 'zwevende opbouw'. Doordat het kant-en-klare VCO-module in SMD-techniek is gebouwd, kan de complete VCO/PLL-unit zeer compact gehouden worden.

### Bedieningsunit

Het instellen van de deelfactor van de synthesizer, en daarmee de opgewekte frequentie, gaat via de I<sup>2</sup>C-bus. De bedieningsunit (met draaiknop, LCD-display en microcontroller PIC16C84) is ondergebracht op een aparte print die met slechts een paar draadjes op het zenderblikje is aangesloten. Met de bijgeleverde software kan in stappen van 250 kHz

worden afgestemd.

### Gebruik van de bedieningsunit

De bedieningsunit heeft door de software die in de microcontroller opgeslagen is, de volgende mogelijkheden:

#### Stapgrootte frequentie-instelling (klein en groot)

Door tijdens het draaien aan de afstemknop op S2 te drukken, wordt de stapgrootte vergroot om sneller over de band af te kunnen stemmen.

#### Auto save functie

Als de afstemming wordt verdraaid, wordt de nieuwe frequentie automatisch opgeslagen. Bij het opnieuw inschakelen van de zender start deze op met de laatst ingestelde frequentie.

#### TX-PTT toets.

Via de zender kunnen een coaxrelais, een stuur- en een eindtrap worden in- en uitgeschakeld.

Door even op S1 (de PTT-toets) te

drukken worden achter elkaar het coaxrelais, de stuurtrap en de eindtrap ingeschakeld. Een kleine softwarematige tijdvertraging zorgt ervoor dat het relais niet onder last wordt geschakeld.

Wanneer een tweede keer op de PTT-toets wordt gedrukt, schakelt alles weer uit in omgekeerde volgorde.

Om deze functie te benutten moet de hardware een beetje uitgebreid worden (zie fig.12).

#### Set-up menu

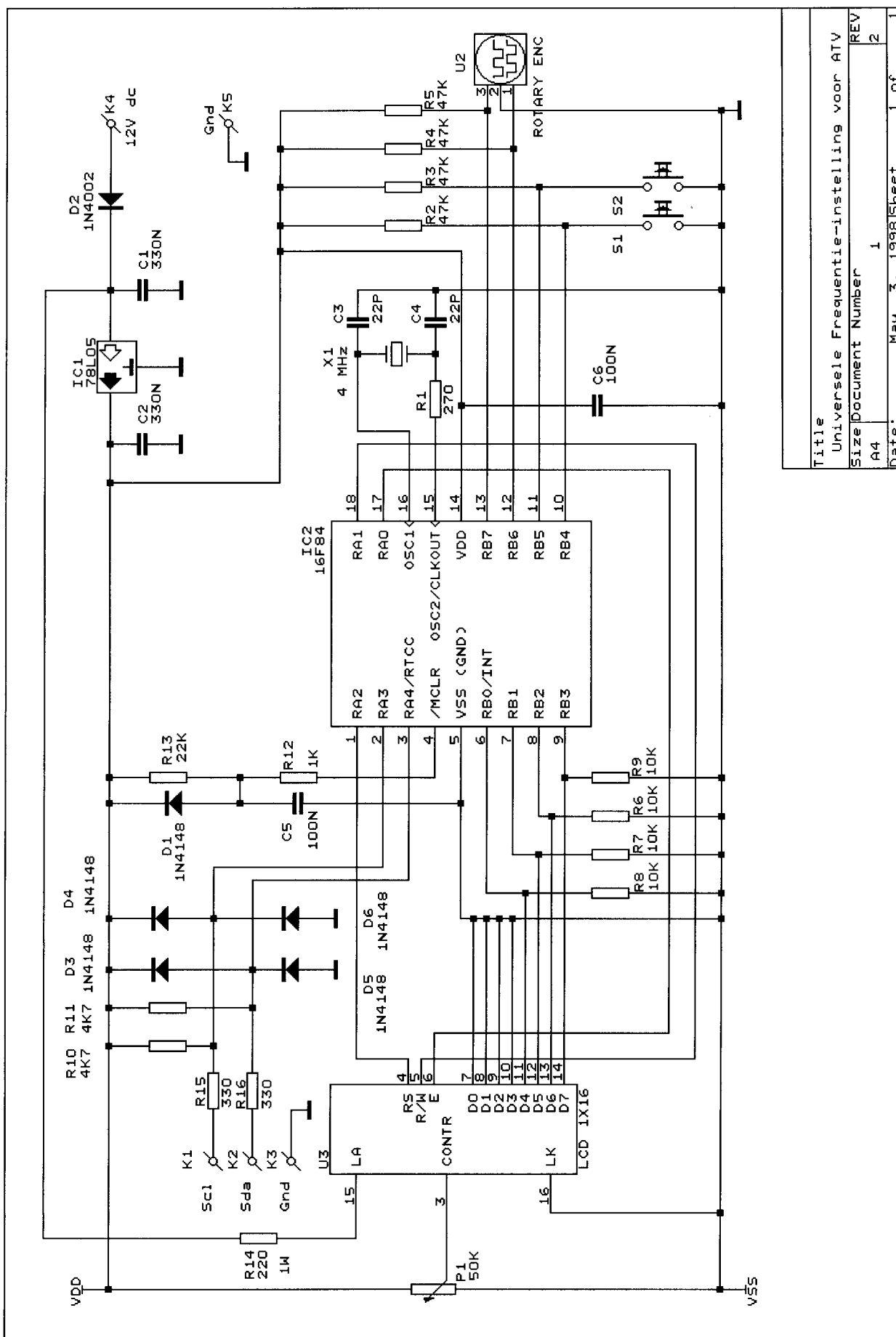
Met het set-up menu kunnen de volgende zaken worden ingesteld:

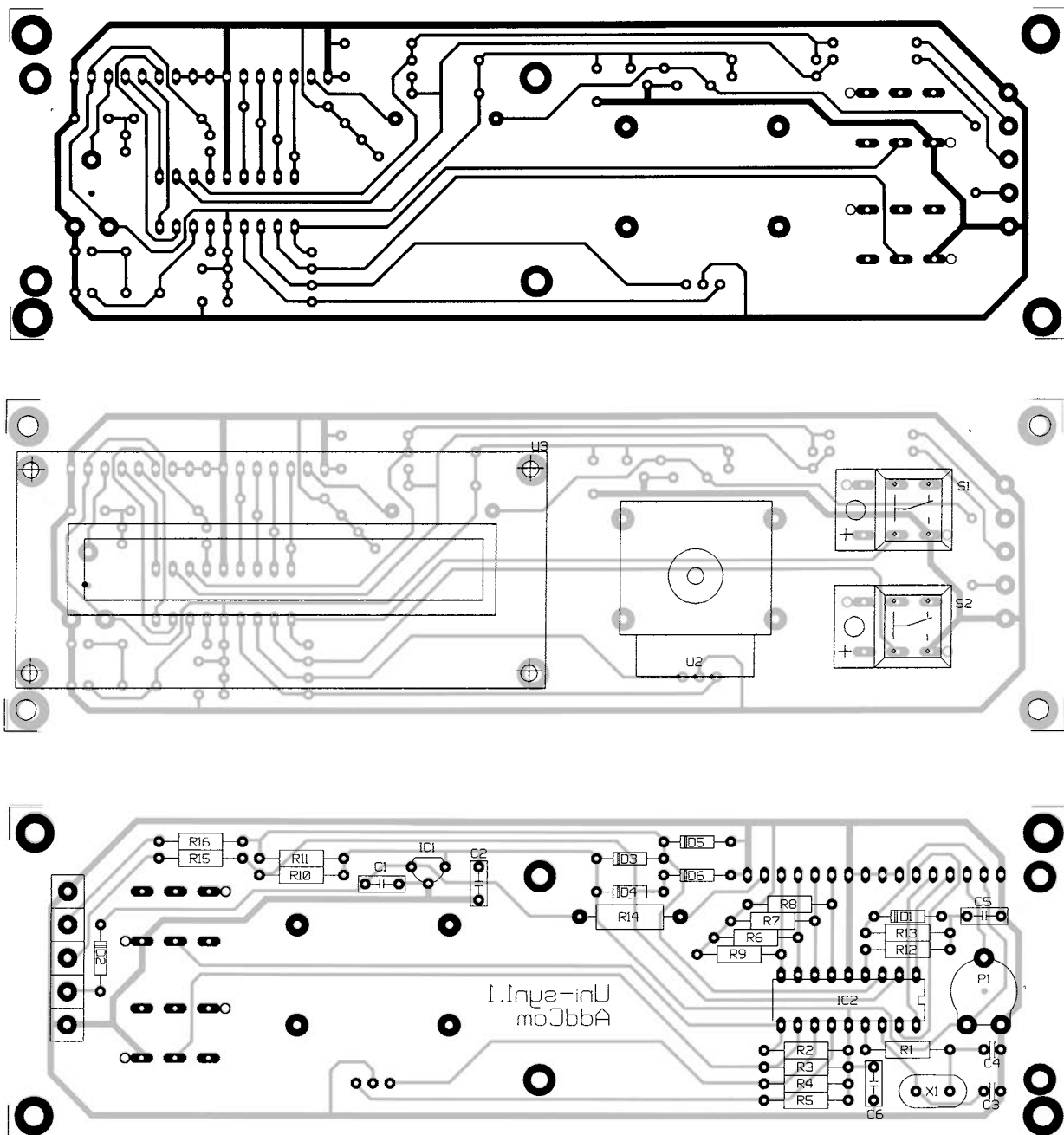
1. de minimum frequentie
2. de maximum frequentie
3. de stapgrootte (groot en klein)

Door tijdens het inschakelen van de zender S2 ingedrukt te houden kom je in het Set-up menu. De tekst 'Set-up Menu Vx.x' verschijnt.

Laat de schakelaar los en druk opnieuw kort op de schakelaar.

Nu verschijnt de tekst 'Fr min : 1240' (het getal kan afwijken!). Met de





**Fig.8-10**  
**Print layout en componentenopstelling bedieningsunit (schaal 1:1)**

draaiknop kan in stappen van 10 MHz de minimum frequentie worden ingesteld.

De laagste waarde die kan worden gekozen, is 800 MHz, de hoogste waarde 2500 MHz.

Het spreekt voor zich dat je geen minimum frequentie moet kiezen die hoger is dan de ingestelde maximum frequentie. Als de ingestelde waarde goed is, druk dan weer kort op S2. De gekozen waarde wordt automatisch opgeslagen.

Dan verschijnt de tekst 'Fr max :

1300' (het getal kan afwijken!).

Op dezelfde wijze als boven kan nu ook de maximum frequentie gekozen worden.

Tot slot kan de stagrootte worden ingesteld; eerste de kleine stapgrootte en vervolgens de grote. Dit is instelbaar van 1-40 (250 kHz per stap, dus van 250 kHz tot 10 MHz).

Als nu voor de laatste keer op S2 wordt gedrukt, kom je vanzelf in het gewone programma. Als beginfrequentie wordt de ingestelde minimum frequentie genomen.

#### Software tests.

Om het zoeken naar eventuele storingen te vereenvoudigen is een aantal tests ingebouwd:

#### I2C bus sluiting test.

Als de I2C-bus SDA- of SCL-lijn sluiting maakt met de massa dan volgt direct na het inschakelen de foutmelding 'I2C Err: bus low'.

#### I2C communicatie-test.

Tijdens het communiceren tussen de microcontroller en de TSA5055

wordt de acknowledge-puls van de TSA5055 getest. Als er iets mis is met de communicatie, komt deze puls niet en er verschijnt de foutmelding 'I2C err: on adr C0'. (C0 is het hex-adres van de TSA5055)

### Bouw van de stuurzender

Vijl een klein beetje koper af van de rand van de print, daar waar de vco komt te zitten (alleen aan de soldeerzijde). Als de VCO geplaatst is, kun je er met de soldeerbout niet meer goed omheen om de massa aan het blikken doosje te solderen. Dit kan dan een kraakcontact geven. Beter is dan helemaal geen contact op die plek.

Maak print en doosje op maat. Boor de gaten voor de rf-uitgangsconnector (SMA) en de doorvoer-C's. Neem voor de I2C-bus doorvoer-C's van 10 pF. Soldeer de doorvoer-C's vast in het blikje. Voor de basisbandingang kan een tulpconnector genomen worden. Boor ook hiervoor het gat.

Boor hierna het gat voor de MAR of ERA in de print (MAR Ø 4mm, ERA Ø 2,5mm)

Plaats de SMD-componenten, eerst de R'en en C's, dan T1, het PLL-IC en tenslotte de VCO. IC2 en de VCO zijn statisch gevoelig! Soldeer nu de print in het blikje (alleen aan de koperzijde) plaats dan de gewone onderdelen.

Spoel L2 is alleen bedoeld om DC op de RF-uitgang te zetten voor een voeding via de coax bij het gebruik van transverters of omgebouwde LNB's als 10 GHz-zender volgens mengprincipe.

Bij gebruik als 13 of 23-cm zender kan L2 weggelaten worden.

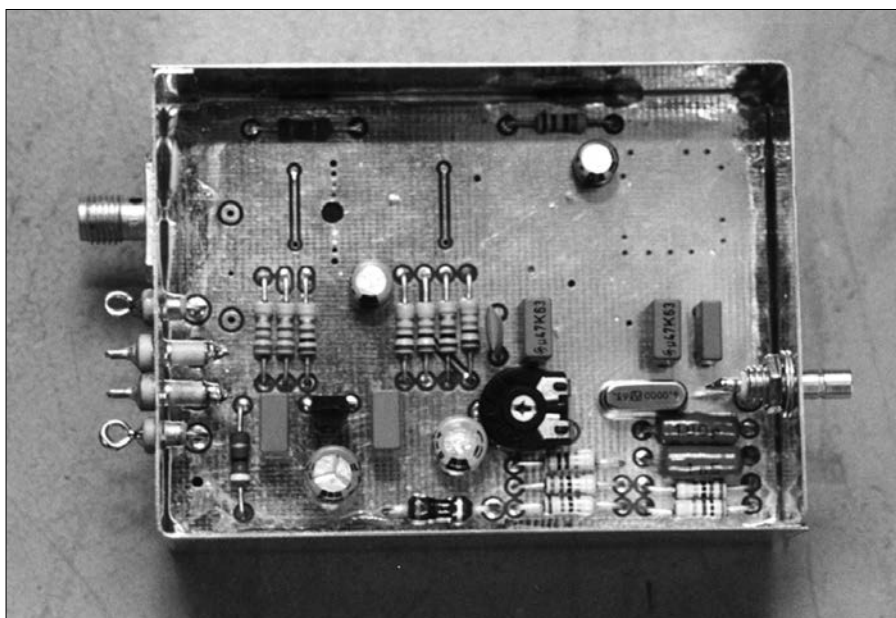
Plaats tenslotte de draadjes van de printplaat naar de doorvoer-C's.

### Bedieningsunit

Als eerste moet het display gepast worden (aan soldeerzijde!). Zonodig moeten de gaten van 2,5 mm iets bijgewerkt worden.

Daarna kan de print met het display, de rotary-encoder en eventueel de druktoetsen gepast worden in de kast waar alles in moet komen.

Maak de gaten voor het frontpaneel en boor eventueel de gaten om de print op de hoeken met afstandsbus-



**Fig.11**  
**Foto gebouwde VCO/PLL-unit**

sen aan het front te bevestigen.

De afgedrukte tekening van de soldeerzijde (zie fig.9) kan eventueel als aftekenmal van de frontplaat dienen.

Plaats eerst de componenten op de componentenzijde. Dit wordt later de achterkant. Gebruik voor de controller een 18 pins IC-voetje.

De rotary-encoder, de toetsen en het display komen aan de soldeerzijde. Het display kan met 5 mm nylon busjes en M2,5-schroeven vastgezet worden.

### In bedrijf stellen.

Test eerst de bedieningsunit zonder de microcontroller. De achtergrondverlichting van het display moet gaan branden. Draai de contrast-potmeter van het display geheel rechtsom.

Een aantal donkere blokjes zijn zichtbaar. Zet de unit uit en plaats nu de microcontroller (nokje wijst naar de potmeter). Het IC is statisch gevoelig! Sluit daarna de voeding weer aan.

In het display verschijnt nu de tekst: 'I2C err: on adr C0' en even later de frequentie-instelling. Stel de contrast-potmeter naar smaak af op de gewenste achtergrondverlichting. Het regelbereik is niet groot, meestal staat de potmeter bijna op 0. Sluit nu de zender aan. Pas op met statische lading bij het solderen aan de I2C-lijnen.

Bij het inschakelen mag de foutmelding 'I2C err' nu niet meer verschijnen, ook niet heel even.

De zender heeft in de 13 cm-uitvoering circa 20 Volt afstemspanning nodig. Bij een 23 cm-uitvoering kan de afstemspanning met 12 Volt worden doorverbonden.

Roep dan het Set-up menu op. Stel de minimum en maximum frequentie naar wens in, rekening houdend met de mogelijkheden van de gebruikte VCO. Bij het type V1200 is de minimale frequentie 800 MHz, de maximale 1600 MHz. Bij het type V2250 is de minimale frequentie 2000 MHz en maximaal 2500 MHz.

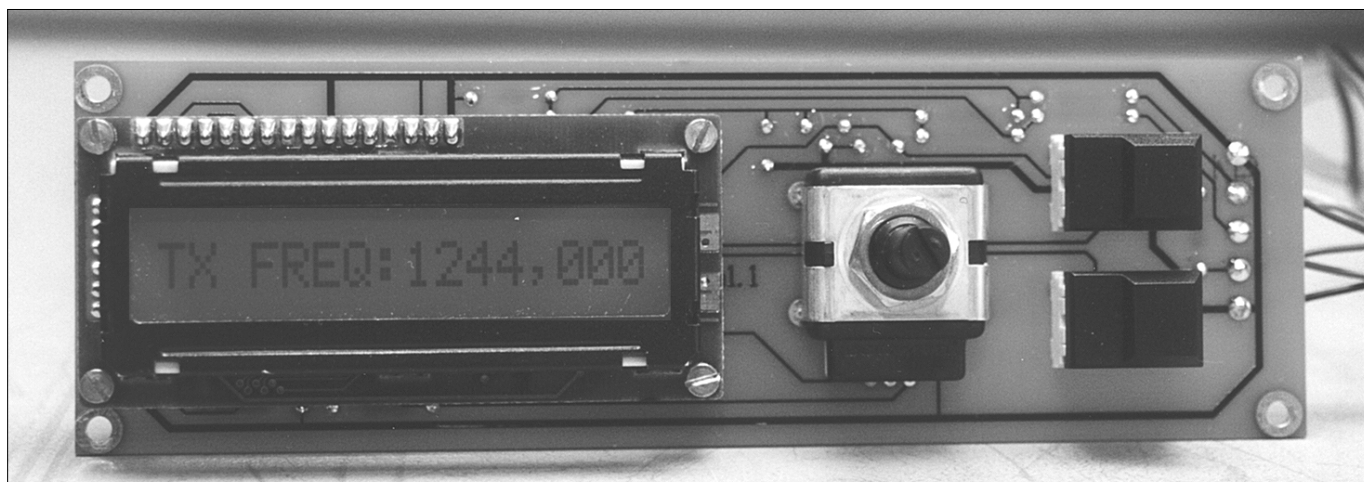
De meeste exemplaren gaan nog iets buiten deze grenzen, maar hiervoor kan geen garantie gegeven worden. Meet nu de collectorspanning van T1. Bij de 13 cm-zender moet deze bij 2350 MHz ongeveer 13 Volt zijn en bij de 23 cm-zender ongeveer 9 Volt. Draai dan aan de afstemknop. De spanning moet meelopen.

Als alles naar behoren werkt, kan het videobasisbandsignaal worden aangeboden. Draai de potmeter open tot de gewenste zwaai. De schakeling behoeft verder geen afregeling.

### Uitgangsvermogen

Met het (verzwakker-)netwerk R15-16-17 kan het uitgangsvermogen worden ingesteld. Voor optimale stabiliteit van de VCO wordt een dem-





**Fig.13**  
**Foto gebouwde bedieningsunit**

ping van minimaal 6 dB door de fabrikant geadviseerd.

De VCO levert circa 7 dBm.

Een MAR11 levert nog ongeveer 6 dB gain op 13 cm. Met minimale verzwakking (met R15=R17=16 Ohm en R16=68 Ohm) geeft dit  $7-6+6 = 7$  dBm of 5 mW uitgangsvermogen. Een ERA5 mag max. 80 mW (19 dBm) leveren bij 18 dB gain. De VCO geeft 7 dBm. Met de minimale demping van bijvoorbeeld 8 dB komen we dan op  $7-8+18 = 17$  dBm ofwel 50 mW.

De waarden kunnen worden afge-

rond naar standaardwaarden of door parallelschakeling worden bereikt.

Ik adviseer 8 dB demping (22 en 47 Ohm). Dit zijn gangbare waarden. Met een MAR11 heb je dan circa 5 dBm (ongeveer 4 mW) of met een ERA5 circa 17 dBm (50 mW).

#### **NB**

De stuurzender zal normaliter samen met een vermogenseindtrap gebruikt worden. Deze eindtrap dient de opgewekte harmonischen verder te onderdrukken conform de eisen van de RDR.

**Tabel (uit UHF-Unterlagen)**

Demping	R15=R17	R16
6 dB	16	66
7 dB	19	55
8 dB	22	47
9 dB	24	40
10 dB	26	35
11 dB	28	30
12 dB	29	26
13 dB	32	24
14 dB	33	21
15 dB	35	18

#### **Specificaties 23/13 cm ATV-stuurzender naar het Uni-TX-project:**

Frequentiebereik	: 2320 - 2450 MHz (max 2000 - 2500 MHz)
	: 1240 - 1300 MHz (max 800 - 1600 MHz)
Stapgrootte afstemming	: minimaal 250 KHz
Output Power	: naar keuze, maximaal 50 mW
1e harm. output	: -15 dB of beter
Voeding	: 12V DC bij 200 mA (inclusief bedieningsunit) en 20 V DC bij max 2 mA
Modulatie	: FM (F3F) bandbreedte maximaal 20 MHz
Frequentiekaracteristiek	: 10 Hz- 6 MHz binnen 3 dB

**Complete bouwpakketten van het Uni-TX project zijn verkrijgbaar bij Addcom uit Tilburg.**  
**Zie de advertentie elders in dit blad**

## **Bijdragen voor Repeater**

**De redactie van Repeater is op zoek naar amateurs, die ons kunnen voorzien van beeldmateriaal van ontvangen ATV-stations, (buitenlandse) repeaters, etc. Of heeft u een interessant artikel voor uw mede-amateurs? Neem dan contact op met de redactie!**

### **CCH Media**

Gibbon 14

1704 WH Heerhugowaard

Tel.072-5720993 (ook 's avonds) Fax.072-5720992

Email: repeater-nl@rocketmail.com

# Ontwerpoverwegingen bij de buffertrap van de audiocarriergenerator.

Cor Eiff, PE1GTV

Zoals toegezegd in Repeater 1/98 in dit nummer van repeater een artikel over de buffertrap van de als 'spoelverdunner' bekend staande schakeling. Behalve de schakeling, die in wezen er natuurlijk niet zo bijzonder uitziet wil ik ook het een en ander vertellen over de filosofie die bij het ontwerpen van dit deel van de spoelverdunner is gebruikt. Het zal kortom meer een verhaaltje met een schemaatje worden dan een uitgewerkte bouwbeschrijving hoewel voor wie zich er in wil verdiepen er toch een 'recept' uit te halen valt voor het zelf ontwerpen van of het aanbrengen van verbeteringen aan door anderen bedachte en beschreven schakelingen.

De schakeling voor het produceren van geluidscarriers bij de beschreven ATV-modulator is voorzien van een 'buffer'. Ik zou hier even stil willen staan bij de zin (en onzin) van dit deel van de schakeling. Er wordt namelijk in mijn ogen nogal eens te pas en te onpas gesproken van het bufferen van signalen en schakelingen terwijl er alleen sprake is van het toevoegen van een extra trap. Wat zijn kortom de voordelen en doelen van het toepassen van een buffertrap?

## Omgeving

Als we ervan uitgaan dat een schakeling ontworpen wordt met een bepaald doel of bepaalde toepassing

voor ogen is meestal van te voren bekend in wat voor omgeving de schakeling zal worden gebruikt. Er is bekend wat de beschikbare voedingsspanning is, de te gebruiken stuursignalen zijn bekend en waar het door de schakeling geproduceerde signaal heen zal gaan is ook geen onduidelijk feit.

## Praktijk

De hierboven gebruikte omslachtige omschrijving geeft al aan dat er in de dagelijkse (amateur)praktijk van deze situatie lang niet altijd sprake is.

De amateur heeft vaak gewoon een functie voor zijn station nodig en gaat op zoek naar een schakeling die (meestal) al bekend is en zo goed mogelijk lijkt te passen in de opzet die hij al heeft. Meestal is hij wel bereid om een aantal van de eigenschappen van de dan gekozen schakeling die voor zijn toepassing wat minder nuttig of handig zijn zoals afwijkende voedingsspanningen of impedantieniveaus te accepteren.

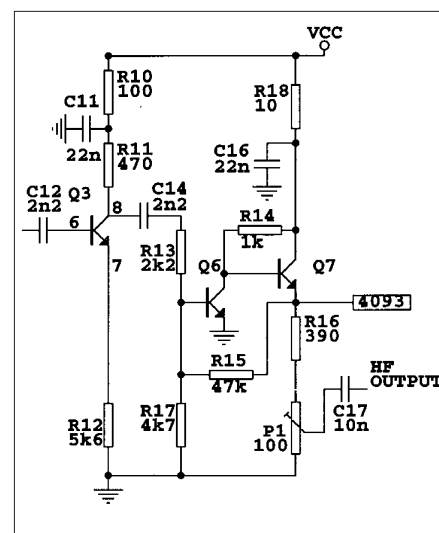
Hij creëert wel een extra voedingsspanning of past het impedantieniveau van zijn sturende of opvolgende schakelingen aan. Als de dan ontstane opzet naar tevredenheid functioneert en de schakeling voor anderen wordt beschreven worden de toevoegingen vaak buffers genoemd. Als we uitgaan van deze situatie kan een buffer worden gedefinieerd als: *"Een stukje schakeling wat er voor zorgt dat het 'hart' van de schakeling, dit wil zeggen dat deel van de schakeling wat de gewenste eigenschappen heeft, ongevoelig wordt voor variaties in de omgeving"*.

Zo bezien is een aanzienlijk deel van elke elektronische schakeling een buffer.

Wat dacht u van:

Voedingsstabilisatoren die ervoor zorgen dat de rest van de elektronica die minder goede eigenschappen van de voeding niet ziet.

Ontkoppelcondensatoren die er voor zorgen dat signaal- en biasspanningen en -stromen zich blijven ophouden in het voor hen bedachte plekje



**Fig. 1**  
**Detail van het schema van de audiocarriergenerator uit Repeater 4/97**

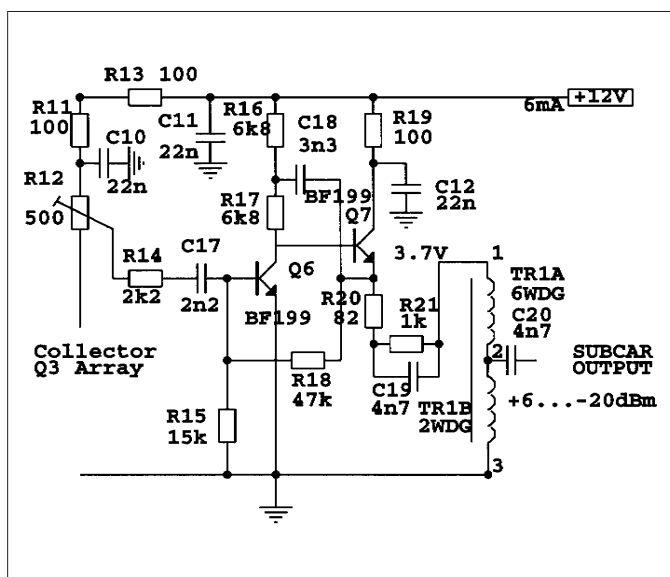
van de schakeling en niet gaan rondzwerven (om over rondzingen nog maar te zwijgen)

Emittervolgers voor het aansturen van coaxkabels, luidsprekers en andere laagimpedante belastingen.

## Geen goede buffer

Na deze lange aanloop stap ik over naar de redenen waarom ik de oorspronkelijke trappen rondom Q6 en Q7, door Hans Bruin beschreven op bladzijde 15 van Repeater 4/97 geen goede buffer vond en daarom heb gewijzigd. Ik had een aantal bezwaren tegen de oorspronkelijke schakeling.

Het signaal uit het oscillatordeel van de spoelverdunner wordt altijd volledig door de trappen Q6 en Q7 gestuurd zodat deze transistoren altijd de 'volle mep' moeten verwerken, terwijl voor de volgende schakeling misschien maar een deel van dit versterkte signaal nodig is. Voor de signaal/ruis verhouding is dit gunstig omdat de eigen ruis van Q6 en Q7 wordt gemaskeerd. Voor de vervorming is dit minder prettig omdat die wordt bepaald door de verhouding van biasstroom en signaalstroom en -indien aanwezig- tegenkoppeling.



**Fig.2**  
**Buffertrap getekend voor een enkele voedingsspanning. Voor de gesplitste versie, zie Repeater 1/98 pag.19**

Voor een gegeven DC-instelling is het dus uit oogpunt van vervorming gunstig het signaalniveau zo laag mogelijk te houden. Omdat ik het signaal zonder nadere filtering wilde gebruiken was voor mij een lage vervorming gewenst.

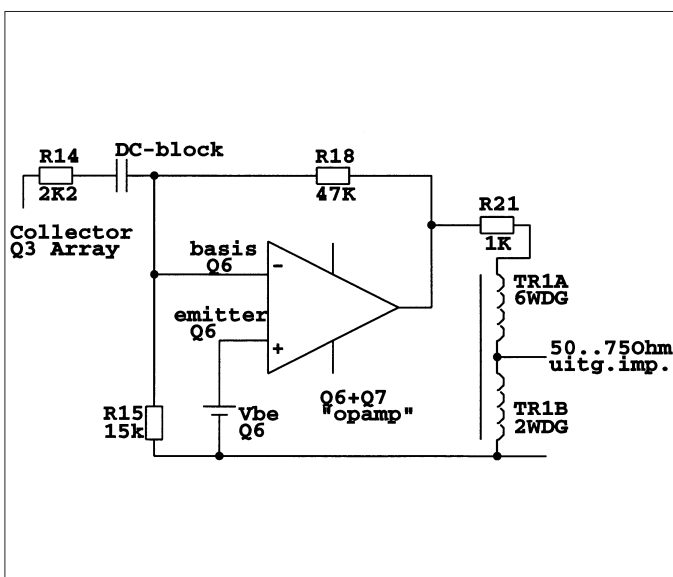
### Signaalenergie

De toegepaste transistoren zijn laagfrequent typen. Om een aantal redenen zijn die voor het gebruik in hoogfrequente trappen niet zo geschikt. De precieze redenen wil ik in een apart artikel nog wel eens bespreken. Hier zij alleen vermeld dat ze een hogere basis-serieweerstand  $R_{bb'}$  hebben en een grotere terugwerkingscapaciteit. De wel eens gehanteerde argumenten dat ze een grotere stroomversterkingsfactor  $\alpha'$  hebben en een net zo hoge afsnijfrequentie  $f_T$  zijn voor deze toepassing van geen belang. Wie nadenkt kan dit voor zichzelf inzien door zich af te vragen waarom er anders hf transistoren gemaakt en gebruikt worden... Er wordt op verschillende punten in het signaalpad nogal nonchalant omgesprongen met signaalenergie. Loopt u maar eens in gedachten door de schakeling: De collectorstroomvariaties van Q3 verdelen zich over R11 en R13. Wie de verhouding van de weerstandswaarden bekijkt ziet dat bijna 80% van de beschikbare signaalenergie gedissipeerd wordt

in R11. De resterende 20% mag de 'buffertrap' uitschakelen. Hetzelfde geldt voor de signaalstroom van Q6 die zich verdeelt over R14 (1k) en de basisimpedantie van Q7. Deze laatste hangt af van de stand van P1 en de  $\alpha'$  van de tor die voor Q7 gebruikt is maar is worst-case minimaal iets van 10k. Hier gaat dus maar liefst 90% van de beschikbare energie verloren. In totaal wordt dus maar  $1/5 \cdot 1/10 = 2\%$  van de opgewekte en beschikbare signaalenergie gebruikt om het uitgangssignaal van de buffer te maken. De hier gehanteerde manier van bufferen lijkt dus nogal op de manier van stabiliseren in vroegere hoogspanningsvoedingen met een zogenaamde bleeder. Dit laatste is een belastingsweerstand met een zodanige lage waarde dat de variaties die ontstaan door de werkelijke belasting hierbij in het niet vallen.

### Een stap dichterbij

Bij dit laatste punt wordt nogal eens opgemerkt dat een beetje energieverpilling in een schakeling helemaal niet erg is en dat de prijs van een Kilowattuur door de gemiddelde amateur nog wel is te betalen. Voor voedingen mag dit argument opgaan, voor signaalverwerkende trappen kan men de redenering ook omdraaien: voor eenzelfde energieverbruik kan men met zorgvuldig ontwerpen een betere signaalkwali-



**Fig.3**  
**Opamp-model; schakeling DC-instellingen**

teit en een hogere nuttige output bereiken. Wie bovendien denkt dat warmte-ontwikkeling en energieverbruik van elektronica geen rol spelen moet maar eens met de beheerder van PI6ALK gaan praten...

### Praktische vertaling

Hoe is nu in concreto de buffertrap geworden? Ik wil hier meteen aantekenen dat ook 'mijn' schakeling niet volmaakt is noch ideaal maar wel een stapje dichterbij het na te streven ideaal staat dan de oorspronkelijke schakeling. We zullen de schakeling in grote stappen doorlopen en daarna nog wat nader ingaan op details. De verwijzingen naar componenten hebben betrekking op de schakeling zoals afgebeeld op bladzijde 19 van Repeater 1/98 en op figuur 2 bij dit artikel.

De potmeter voor het instellen van het uitgangsniveau is verplaatst naar de ingang van de buffer. De gesigaleerde energieverpilling is er nog steeds, maar heb ik geaccepteerd omdat ik in de reeds aanwezige printen en schakeling niet al te veel wilde boren en zagen.

De transistoren zijn nu hoogfrequent typen wegens de eerder vermelde argumenten. Het type is gekozen op grond van het voor velen geldende argument, dat ze beschikbaar waren. Ze lagen dus het dichtste bij in de

rommelbak. Andere hf typen als BF198, BF173, BF194, BF494 of -voor wie geld over heeft- BFR91 of BFR96 zijn ook geschikt. Houdt bij toepassing van de laatste types wel rekening met mogelijke parasitaire oscillaties, er is ook nog zoiets als een te hoge fT voor een bepaalde toepassing.

De collectorweerstand van Q6 is nu gesplitst in twee delen waarbij R17 door bootstrapping vanaf de emitter van Q7 nu geen belasting meer vormt zodat het leeuwendeel van het signaal nu Q7 aanstuurt. Bovendien zorgt deze schakelvariant ervoor dat de emitter van Q7 vrijwel tot de positieve voedingsspanning kan worden uitgestuurd.

Tussen de als emittervolger geschakelde Q7 en de 50 à 75  $\Omega$  gedachte belasting is een trafootje T1a/b opgenomen om de impedantie van de belasting wat te verhogen. Er is immers niet zoveel spanning nodig voor de meeste toepassingen en er is iets van 10Vtt beschikbaar. Door deze ingreep kan de ruststroom van de emittervolger lager gekozen worden voor eenzelfde output/vervorming. De transformatieverhouding is een compromis tussen gewenste spanning, toelaatbare bandbreedte en parasitaire eigenschappen van de gekozen uitvoering. Ik koos voor een autotrafootje op een klein varkensneusje. Een ferrietkraal of een ringkernetje zal ook wel voldoen. Ik koos voor een transformatieverhouding van 1 op 4 dus een impedantietransformatie van 16 maal. De belastingsimpedantie aan de emitter van de transistor is nu 800 tot 1200  $\Omega$

### Dimensionering

Voor de dimensionering van de diverse componenten kijken we naar figuur 3. Als we de schakeling nu in gedachten zien als een inverterende opamp-schakeling (U weet wel: plus-ingang aan massa en min-ingang als virtueel aardpunt) met de emitter van Q6 als plus-ingang en de basis van deze tor als virtueel aardpunt wordt de dimensionering van de componenten van de schakeling duidelijk. De verhouding van R18 en R14 bepaalt de inverterende versterking, hier  $47k/2k2 = 21$  maal. Samen met de neertransformatie door T1a/b

van 4 maal levert dit een spanningsversterking van het geheel op van ongeveer 5 maal.

De ingangsimpedantie wordt vrijwel geheel door R14 bepaald en bedraagt daarmee 2k2.

Om opamps te kunnen gebruiken voor de J17 preëmphase heeft Hans de oorspronkelijke schakeling omgezet in één met gesplitste voeding zodat in het volgende alle spanningen gerefereerd worden aan de -6V.

De DC-instelling van de emitter van Q7 geschiedt door R18 en R15. Deze weerstanden vermenigvuldigen de offsetspanning van de denkbeeldige opamp, hier Vbe van Q6, zodat de spanning op de emitter van Q7 gelijk wordt aan  $V_{beQ6} \cdot (1 + (R18/R15)) = 0.7 \cdot (1 + (47k/15k)) = \text{ca. } 3V$ . Dat deze spanning de variaties van Vbe van Q6 met de temperatuur volgt is niet zo erg. Met deze instelling kan Q6 ongeveer 5Vtt leveren aan het trafootje en dus 1.25 Vtt aan de belasting wat aan 50  $\Omega$  overeenkomt met een output van +6 dBm.

De ruststroom van Q7 wordt nu vastgelegd door de waarde van R21 en bedraagt daarmee ca. 3mA. C19 zorgt voor overbrugging van deze weerstand voor de AC-component van het signaal. R20 is een parasietstopper die voorkomt dat Q7 kan gaan oscilleren bij capacitieve belasting van de uitgang. Wie een output van 0dBm voldoende vindt en prijs stelt op een nette uitgangsimpedantie van 50 à 75  $\Omega$  vervangt de combinatie R20/R21/C19 door één weerstand van 820  $\Omega$  (voor 50  $\Omega$ ) tot 1k2 (voor 75  $\Omega$ ).

De ruststroom door Q6 wordt bepaald door de voedingsspanning samen met de collectorspanning van Q6 (die  $1 \cdot V_{be}$  hoger is dan de emitterspanning van Q7) en R16 en R17. Over deze laatste weerstanden valt ongeveer 8V zodat de collectorstroom hiermee op 0,6 mA komt te liggen.

Als we nu nog vermelden dat R19 en C12 de collector van Q7 ontkoppelen en dat C11 resp. C23 ditzelfde doen voor de positieve en de nega-

tieve voedingsspanning zoals in Repeater 1/98 pag.19, dan is de versterker hiermee wel beschreven.

### Tenslotte

Wie het voorgaande verhaal gevolgd heeft zal gemerkt hebben dat door de gekozen opzet van de schakeling vrijwel alle parameters onafhankelijk van elkaar gekozen kunnen worden en ook ingesteld. Er hoeft dus in principe geen compromis gevonden te worden tussen de ruststromen in de trappen, de gelijkspanningen op de diverse punten en de versterking van het geheel. De in- en uitgangsimpedanties kunnen worden aangepast aan wat gewenst is. Ook de exacte eigenschappen van de gebruikte transistoren komen in de berekeningen van versterking en rustinstellingen niet voor. Dit laatste komt de reproduceerbaarheid van het geheel zeker ten goede. Merk ook op dat de voedingsspanning in het hele verhaal niet gebruikt wordt in de berekeningen behalve voor het behalen van de uitsturing. (En - oké - voor de collectorstroom van Q6). Wie R16 en R17 vervangt door een ideale hf-smoorspoel is hier vanaf (maar die had ik nèt niet liggen, u wel?) Wie maar een totale enkele voedingspanning van bijvoorbeeld 6V heeft kan de schakeling hiervoor na aanpassing van R16 en R17 geschikt maken zonder dat de overige eigenschappen iets veranderen.

### Referenties:

HQ basisbandmodulator: Deel 2- de audioprint. Hans Bruin.  
Repeater 4-97

HQ basisbandmodulator - Deel 3  
Universele audiocarriergenerator.  
Hans Bruin.  
Repeater 1-98

Transmissionline Transformers. Jerry Sevic.  
ARRL uitgave. ISBN 0-87259-046-1

Design of High-Performance Negative-Feedback Amplifiers.  
E.H.Nordholt ISBN 90 6562 142 3.

Dayton, ieder jaar weer het Walhalla voor degenen die iets leuks voor hun hobby. Of het nu om bepaalde componenten of een (in ons land) peperdure spectrum-analyzer gaat. In Dayton (USA) slaag je gegarandeerd. Peter Verhoog van Addcom is een trouwe bezoeker van deze markt en zond ons een verslag... (RU).



Wij waren weer eens op de grootste radiomarkt van de wereld, niet alleen om mooie dingen te vinden die U en ik kunnen gebruiken bij onze ATV- of radiohobby maar natuurlijk ook om alle bekenden weer eens in levende lijve te ontmoeten en de banden weer eens aan te halen. Want de juiste contacten zijn zeker in deze wereld heel belangrijk. Je kunt immers niet voor elke aankoop even op het vliegtuig stappen om zelf die inkopen te gaan doen. Je hebt dus ter plekke goede bekenden nodig die voor de aankoop en verzending zorgen.

De HamVention is daar de plek voor, want waar ter wereld tref je zo'n 2000 dealers aan die hun materiaal ook nog uitstallen.

## Think big!

Hoe groot is de HamVention? Alleen de radiomarkt heeft 2550 plaatsen van elk zo'n 15 vierkante meter en dat moet ook wel gezien het formaat van de auto's en trailers die de Amerikanen gebruiken. Het is dan ook niet ongewoon dat een handelaar meerdere plaatsen in beslag neemt en een overdekte stand maakt van zo'n 40 vierkante meter. Overdekt want de radiomarkt is buiten om de gebouwen van het HARA sportcomplex. Eigenlijk is dit een ijsstadion met conferentiezalen die alle gebruikt worden deze dagen voor maar een ding HamRadio. Om een



goede indruk te krijgen hoe groot deze HamVention is moet U maar eens kijken naar de lucht foto en er bij denken dat het grootste gebouw met het zwarte dak het ijsstadion is, goed voor zo'n veertig duizend bezoekers met zoals altijd in de States alles er in wat je wenst aan eten en drinken. Om nog een idee te kunnen vormen, als je alle lanen doorloopt en overal even blijft staan om te kijken of er iets van je gading te vinden is, ben je al vlug een aantal dagen bezig.

Genoeg over de grootte van de Radiomarkt. Ook binnen in de hallen is er werkelijk van alles te vinden. Elk merk heeft hier een stand en vaak met zo'n 10 man of meer aan personeel.

De laatste nieuwe dingen zijn hier dan ook altijd te vinden.

Maar aan dit binnen gebeuren komen wij helaas in vier dagen niet of nauwelijks toe, gewoon omdat de radiomarkt te veel en te groot is om ons te vergapen aan toestellen die binnen een paar weken ook bij de dealer in Nederland te zien zijn.

## Niet de eerste

Voor wat betreft de prijzen van deze nieuwe dingen, ook in Amerika moet U er echt dik geld voor betalen. Natuurlijk is er soms wel een winst te behalen maar denk er om; de dollar is duur en U bent echt niet de eerste die op Schiphol gepakt wordt met zijn nieuwe speelgoed en dan flink moet bijbetalen om het mee naar



# Dayton HamVention 1998



*De Dayton HamVention 1998 zoals die dit jaar weer gehouden werd in de Hara Arena in Dayton. Altijd weer goed voor de onderlinge contacten en vele interessante koopjes.*

huis te mogen nemen. Nog iets anders over die prijzen. Wij komen nu al weer jaren op de HamVention en hebben de prijzen echt omhoog zien schieten (ook van de onderdelen). Omdat er geen koude oorlog meer is koopt het leger bijna geen nieuw materiaal meer en wordt er dus ook heel weinig verkocht voor dump. En dat is goed te merken. Niet alleen het aanbod is kleiner dan voor 2 jaar geleden, je betaalt er ook veel meer voor.

## Zelfbouw

Zelfbouw is in de States zeker niet dood maar juist springlevend zeker voor microwave, maar in de States wordt heel anders gedacht over zelfbouw. Een voorbeeld als je een X-Tal

trein nodig hebt voor 10 GHz dan nemen ze daar gewoon een blackbox die gebruikt is geweest als oscillator voor een microwave-link. Daar zijn er toch duizenden van en het enige wat je moet doen is het veranderen van het kristal. Gunnplexers zijn dan ook eerder regel als een uitzondering zeker op 10 en 24 GHz. Prima voor FM en dat gebruiken ze daar voor alles op 2 meter en hoger. Het barst daar dan ook van de repeaters. Alleen in en om Dayton staan er al over de 30.

## Lager peil

In SSB tropo werken komt bijna niet voor, eenvoudig omdat de afstanden veel te groot zijn. Zelfs in een in land met zoveel zendamateurs woont je

naaste buurman OM al snel een paar honderd miles verder weg.

Ook de stand van de techniek staat zeker op microwave op een veel lager peil dan in West Europa. Ik spreek daar natuurlijk ook microwave-mensen zoals Paul Ward en die smullen echt van onze DB6NT-versterkers en al onze State-off-the-Art ontwerpen op print.

Speciaal van wat er hier allemaal mee gedaan kan worden en ook omdat wij een flink aantal amateurs met dezelfde interesse op een klein stukje bijna vlak land hebben.

Ga ook eens kijken op de side van de HamVention op Internet. Zoek maar eens naar 'Hamvention.org'.

Heeft U nu ook al zin om naar Dayton te gaan in 1999? Ik wel.

# Nader bekeken



## Daar is-t-ie weer!

We kunnen wel een vaste rubriek beginnen. Opnieuw helicopterbeelden vanuit Arnhem, waar de politie bij de derby tussen Vitesse en NEC in de spiksplinternieuwe Gelredome de supporters probeerde te observeren. Werd er gezonden op precies dezelfde frequentie als waarop PI6ANH uitzendt, prompt kregen de operators van ANH het vriendelijke verzoek het relais uit te zetten. Vanuit de repeatercommissie is men inmiddels een overleg begonnen met de verantwoordelijke instanties. Het vriendelijke verzoek om maar een andere frequentie op te zoeken heeft men 'in beraad genomen'. We wachten met spanning af. Het gebruik van de 13 cm-band voor politiedoeleinden heeft ook consequenties voor andere gebruikers. Al eerder kregen PI6ALK en PI6HVS het verzoek de zender maar even uit te zetten. Wij houden u op de hoogte! Met dank aan Roel van Dijk, PE1CGY

**BOK-RTV**  
13 cm LPD-TV  
2.411 GHz  
Output 10 mWatt  
FM modulation  
Stereo

Gediplomeerd door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (NL97100970)

## LPD'er!

We hebben het maar even vastgelegd voor degenen die het echt niet geloven. De LPD'er op PI6ALK noemt zich BOK-RTV. En wat die allemaal uitzendt! 't Is toch een schande voor het zendamateurisme (hi).

## BRAND



Een uitslaande brand in een bedrijvencomplex vlak bij PI6ALK op 26 maart. Het was 'live' te volgen dankzij de Sysops van ALK. En met een beduidend betere beeldkwaliteit dan wat SBS6 later die dag uitzond.



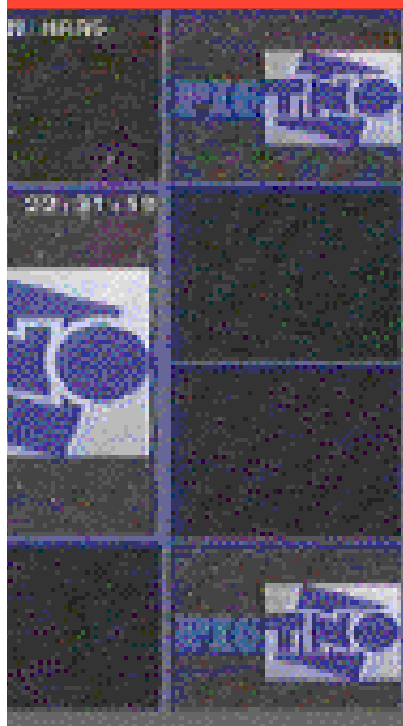
## PI6TNO

PI6TNO is weer in de lucht. We ontvingen het testsignaal op 10.490 GHz/H, toen nog met enkele zwarte vakken. Sommige vakken zijn inmiddels al in gebruik door andere repeaters en amateurs, zoals PI6ATV en PI6ALK. De ontvangst wordt verder uitgebreid met ingangen op 10.200 en 10.300 GHz, alsmede 1270 en 2335 MHz. Inmiddels (13/6) zijn de mogelijkheden al flink uitgebreid. We zijn benieuwd of we in de volgende Repeater een volledig bezet TNO kunnen afdrucken. Overigens is het vermogen inmiddels verhoogd tot zo'n 8 Watt. SAP dus in de omgeving van Den Haag.



PA3FBB, ontvangen op 5 april, frequentie 1255 MHz

Heeft u leuke beelde  
Neem contact op



PA3AOT via PI6ZOD op 20 mei, dat  
weer ontvangen werd door  
PI6ALK



PE1RKP uit Zwaag op 23 cm



PE1RLH via PI6ZOD op 20 mei



PI6EHV ontvangen door PE1OCS  
op 7 juni



PE1KDA op 6 april (10 GHz), ont-  
vangen in Heerhugowaard



PE1OMB, kwam eveneens ver op 23  
cm. Het signaal werd ontvangen in  
heerhugowaard op 10 mei.



PE1NBS op 10 GHz.;  
het ultieme warhoofd?



PA3RFF, ontvangen door PI6ANH op 24  
maart, frequentie 1255 MHz

uke beelden voor deze rubriek?  
contact op met de redactie!

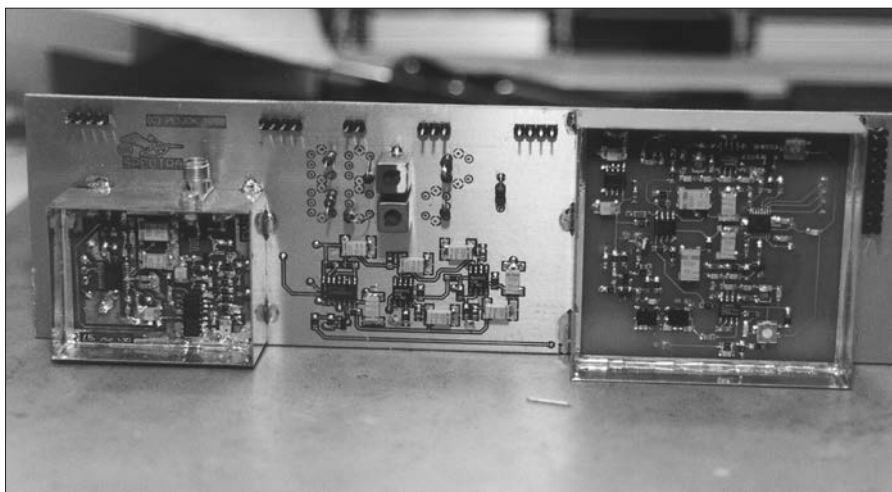
# 13 cm ATV-stuurzender, deel 3

## Videoprint en 1,5 Watt eindtrap

Henk Medenblik, PE1JOK

In dit laatste deel wordt het videobasisbanddeel en de eindtrap van de 13 cm-stuurzender beschreven. Omdat de stuurzender over een groot frequentiegebied met een PLL afstembaar is vergt dit ontwerp een videobasisbanddeel dat geschikt is voor een grote spanningsuitsturing. Het eindtrapje dat ook in dit deel wordt beschreven is uniek ten opzichte van de meeste publicaties. Het is opgebouwd op gewoon FR4-printmateriaal zonder een degradatie in prestatie ten opzichte van de ontwerpen op duur teflon substraat.

Het hier beschreven videodeel is speciaal voor het 13 cm-project ontworpen maar dit neemt niet weg dat het ook inzetbaar is in andere zenderontwerpen. Kenmerkend van dit ontwerp is de grote spanningsuitsturing van het basisband-videosignaal. Dit is noodzakelijk omdat de PLL-unit uit het eerste deel een flinke verzwakking geeft op het inkoppelpunt van basisbandvideo en -audio. Deze verzwakking ontstaat ten gevolge van het feit dat het ontwerp van de VCO/PLL bedoeld is voor een afstemming over de gehele 13 cm-band en dat daarvoor een groot deel van het spanningsuitsturbereik noodzakelijk is. Om geen degradatie in de DC loopgain van de PLL te introduceren of extra ongewenste polen in de overdracht te introduceren die voor instabiliteit van de regellus zorgen worden daarom het basisbandvideo en -audio verzwakt ingekoppeld. In figuur 8 is het schema van het



**Fig.1**  
*Detailfoto van het compleet gemonteerde basisbandboard*

videodeel weergegeven. Dit bestaat uit een groeplooptijd gecorrigeerd videofilter, preëmphase en een videoversterker opgebouwd met twee video-opamps van Maxim, type MAX4102. Deze breedbandige videoversterkers zijn in staat om een flinke spanningsuitsturing in een 75 Ohm belasting te bewerkstelligen. De eerste opamp zorgt voor versterking van het videosignaal terwijl de tweede opamp gebruikt wordt als inverter. Een 4066 maakt het tenslotte mogelijk om het videosignaal te inverteren. De 4066 wordt vanuit de microprocessorprint aangestuurd.

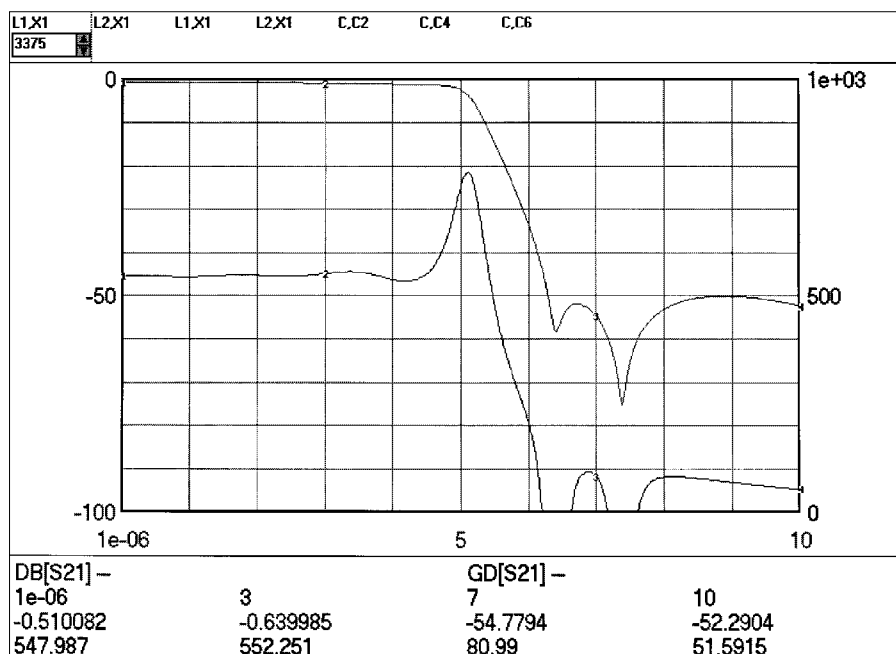
### Het videofilter opnieuw onder de loep genomen

Het groeplooptijd gecorrigeerde filter heeft nogal wat overpeinzingen teweeg gebracht. Het ontwerp van dit filter (van DL2OU) dat door Hans Bruin in Repeater 1 van 1997 opnieuw is beschreven is in feite perfect. Echter een groot nadeel blijkt toch de verkrijgbaarheid van de Neosid spoelen te zijn (en al niet te spreken over de prijs die voor de spoelen gevraagd wordt). Daarnaast zijn de styroflex condensatoren ook niet meer van deze tijd en degenen die nu dit filter bouwen moeten tevens tegen de benodigde waarden aanlopen. Dat zijn op zich al redenen om eens te onderzoeken of het ook

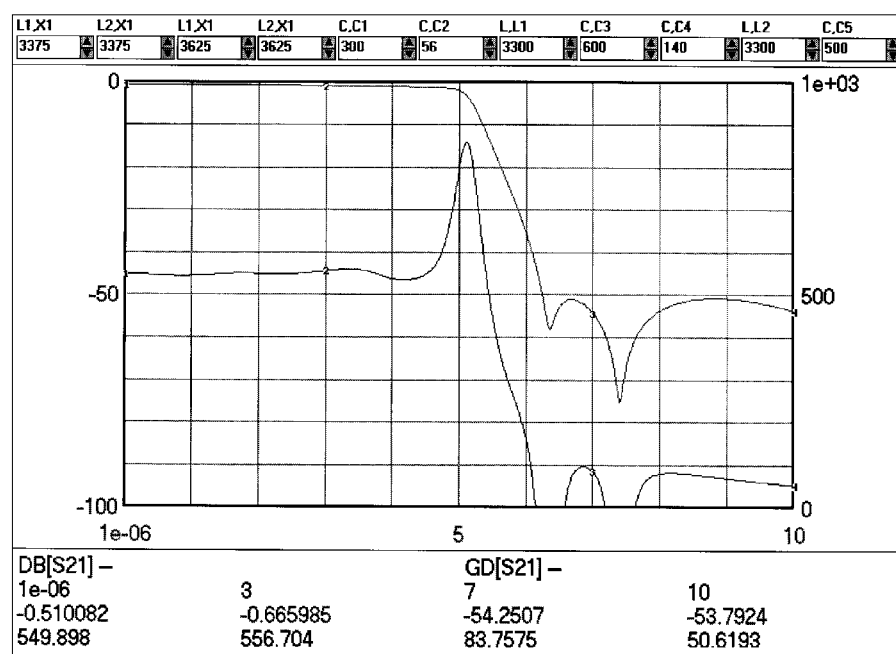
iets anders kan. Daarom heb ik toch best veel tijd benut naar het onderzoeken van dit filter en het mogelijk te modificeren in een andere uitvoering.

Een feit bij groeplooptijdequalizers is dat deze bestaan uit zogenaamde all pass-secties. Deze worden achter het te egaliseren filter gevoegd en laten daarbij de amplitudekarakteristiek in tact, maar veranderen de fasekarakteristiek. Wat verder ook een feit is, is dat deze secties voor een specifiek laagdoorlaatfilter (of een hoogdoorlaat- of banddoorlaatfilter) ontworpen zijn. Dit impliceert dus dat het all pass-netwerk uniek ontworpen is voor een gegeven (laagdoorlaat)filter. Dit maakt het ontwerp van zo'n filter daarom vaak niet eenvoudig. Met behulp van software-pakketten kan zo'n cascadering van secties makkelijker gesynthetiseerd worden daar het ontwerp een iteratief proces is.

Wat vervelender is, is dat zo'n all pass-groeplooptijdequalizer altijd bestaat uit een sectie waarin een spoel met aftakking voorkomt (ofwel twee mutueel gekoppelde spoelen), indien dit filter asymmetrisch wordt uitgevoerd. Dit geeft nou net het probleem bij het redesignen van zo'n filter. We willen immers redesignen om gebruik te kunnen maken van beter verkrijgbare, goedkopere componenten of simpelweg om afregel-



**Fig.2**  
**Amplitudekarakteristiek en group delay van het in Repeater 1/97  
gepubliceerde filter**



**Fig.3**  
**Amplitudekarakteristiek en group delay van het gemodificeerde filter**

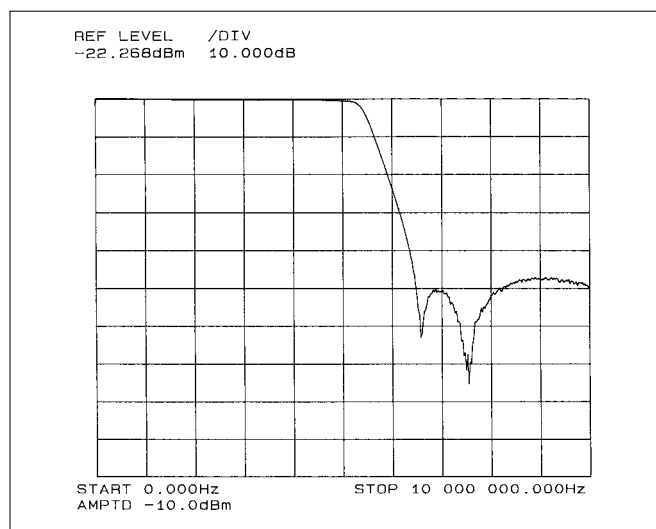
punten te minimaliseren. Er is een redelijk aanbod op het gebied van kant-en-klare spoelen, hetzij regelbare, hetzij niet regelbare, SMD of niet SMD. Echter, spoelen met middenaftakkingen zijn nauwelijks te vinden. Neosid is dus tot zover ik weet de enige en die spoelen worden ook gebruikt in het ontwerp van DL2OU. Wel is het mogelijk om het oorspronkelijke ontwerp ietwat te vereenvoudigen. Deze vereenvoudiging

ontstaat door de spoelen die niet van middenaftakking zijn voorzien af te ronden naar de dichtstbijzijnde E-reeks waarde. Een optimalisatie van de overige capaciteiten levert daarna theoretisch een zeer goed bruikbaar filter. Het filter benadert in dat geval de curve van het oorspronkelijke filter. In figuur 2 en 3 zijn de computersimulaties weergegeven van het oorspronkelijke en het gemodificeerde filter. Zoals te zien is lijken deze

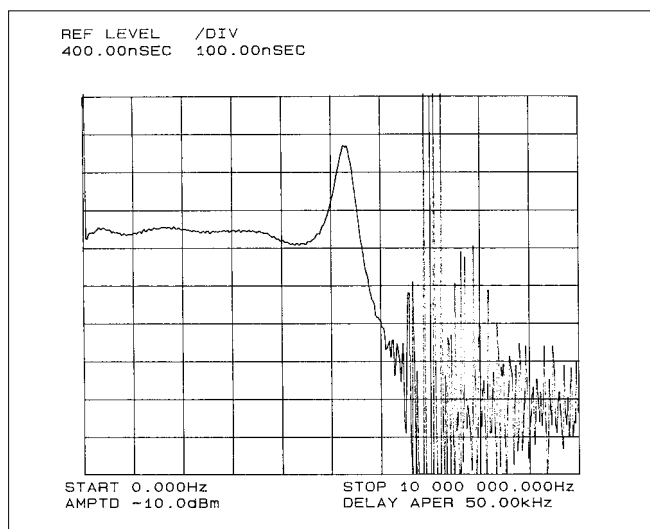
enorm veel op elkaar, zodat er in eerste instantie optimisme kan heersen. De volgende stap bestaat uit de praktische invulling van het nieuwe filter. Daar ik zelf beroepsmatig veel met SMD-componenten werk heb ik eerst gekeken of we dit filter groten-deels in SMD konden uitvoeren. Met betrekking tot de condensatoren voorzag ik hierin geen probleem. Deze zijn met voldoende lage tolerantie verkrijgbaar (5%) alsmede ook temperatuurstabiel (NPO). Ook de Q van de C's is geen probleem. Een groter probleem ontstaat bij de keuze van SMD-spoelen. Coilcraft fabriceert moderne spoelen met zeer lage toleranties (2% !) en heel mooie kleine afmetingen. Een probleem is echter de lage frequentie waarvoor dit filter bedoeld is en daarmee samenhangende lage Q van de meeste spoelen. Een meting van de spoelen van Neosid uit het originele filter gaf aan dat de Q van deze spoelen rond de 70-90 bedraagt op 10 MHz. De low-cost SMD- spoelen van bijvoorbeeld Coilcraft voldoen hier lang niet aan, omdat deze niet op ijzerkernen gewikkeld zijn. Met name de mooie kleine SMD-spoeltjes die op een keramische drager worden gewikkeld hebben op deze frequentie gewoon nauwelijks Q (<20). Dit is funest voor het filter daar dit de insertion loss rondom het kantelpunt enorm aantast. SMD-spoeltjes met ijzerpoederkern en lage tolerantie ben ik zelf nog niet tegengekomen. Een alternatief lijkt daarom vaste spoelen met axiale draadaansluitingen. Axiale spoelen van Coilcraft uit de 90-serie bezitten wel een hoge Q (sommige zelfs boven de 100 op 10MHz !). De tolerantie van deze serie is standaard 10% terwijl 5% mogelijk schijnt te zijn. Ook lijken de bekende spoelen van Siemens eventueel bruikbaar. Deze meten nog een Q van 60 op 10MHz.

### Gemodificeerd filter

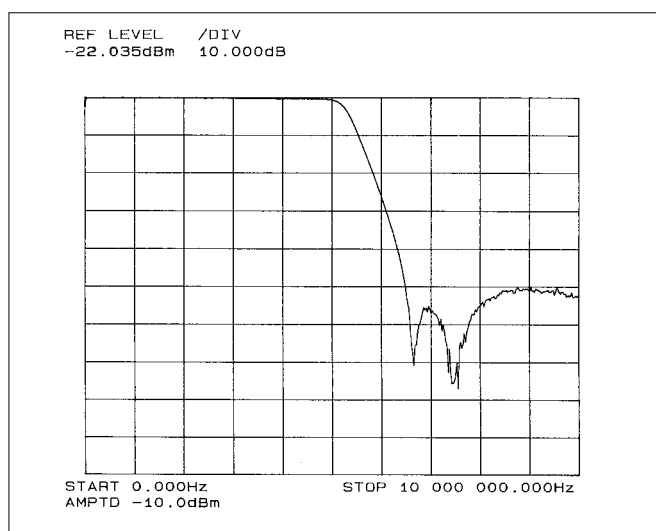
Om de proef op de som te nemen heb ik enkele filters gemaakt volgens de gemodificeerde versie met axiale spoelen van Coilcraft. Alleen de spoelen met middenaftakking zijn van Neosid gebleven. Figuur 4-7 tonen de gemeten resultaten van vervolgens het filter dat Hans Bruin



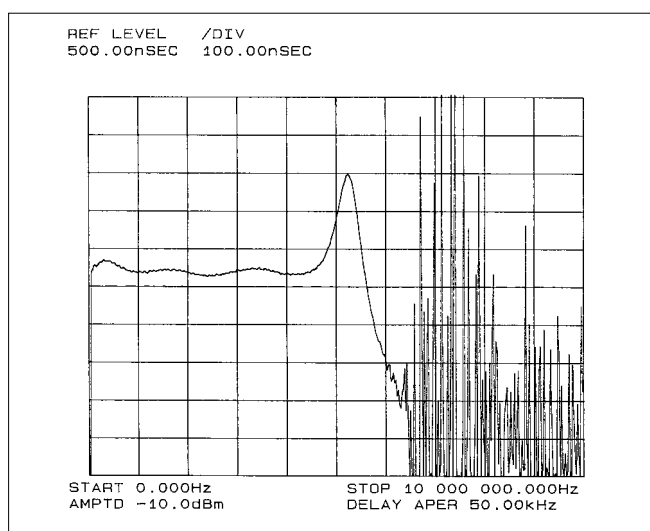
**Fig.4**  
**Gemeten amplitudekarakteristiek van het gemodificeerde filter**



**Fig.5**  
**Gemeten group delay van het gemodificeerde filter**



**Fig.6**  
**Gemeten amplitudekarakteristiek van het originele filter**



**Fig.7**  
**Gemeten group delay van het originele filter**

heeft beschreven en een exemplaar van het nieuwe type. Duidelijk is dat dit heel goed bruikbaar is. Toch moet ik niet ontkennen dat het gemodificeerde filter ook nadelen kan hebben. Immers de reproduceerbaarheid van het filter wordt bepaald door de tolerantie van de componenten. Het is daarom noodzakelijk om componenten te gebruiken met een zo laag mogelijke tolerantie. Het prototype filter is gebouwd met 10% tolerantie van de spoelen wat eigenlijk te grof is. Coilcraft levert ook 5% typen. Indien er een fabrikaat gevonden wordt met nog lagere tolerantie dan is dat natuurlijk nog veel beter voor de reproduceerbaarheid. In figuur 9 is een simulatie weergege-

ven van de verschillende curves die te verwachten zijn bij een tolerantie van  $\pm 5\%$  component tolerantie.

Vraag is nu of we met deze afwijking kunnen leven. Voor degene die de beschikking hebben over dure meetinstrumenten bestaat de mogelijkheid om vooraf een selectie te maken op de spoelen zelf door de afwijking vooraf te meten. Anderzijds kun je je afvragen of je zo kritisch naar de meetresultaten moet kijken. In het geval dat je je audiocarriers ruim boven 6 MHz instelt denk ikzelf dat de soep niet zo heet gegeten moet worden.

Tenslotte wil ik nogmaals benadrukken dat de eenvoudige videofilters in

het videodeel van de meeste ontvangers een grotere invloed geven op de uiteindelijke kwaliteit van het videosignaal (een groeplooptijd gecorrigeerd filter op die plaats is namelijk voor de meeste fabrikanten niet commercieel verantwoord!). Tevens blijft gelden dat het oorspronkelijke filter ook met dure apparatuur afgeregeld moet worden. Echter, hoe meer afgelpunten des te meer er ook ontregeld kan worden...

Daar de componenten steeds verbeterd worden is het niet ondenkbaar dat er spoelen komen met betere toleranties. Juist in die situatie is het gemodificeerde filter heel goed inzetbaar. Om de nabouwer in de keuze vrij te laten om voor het originele fil-

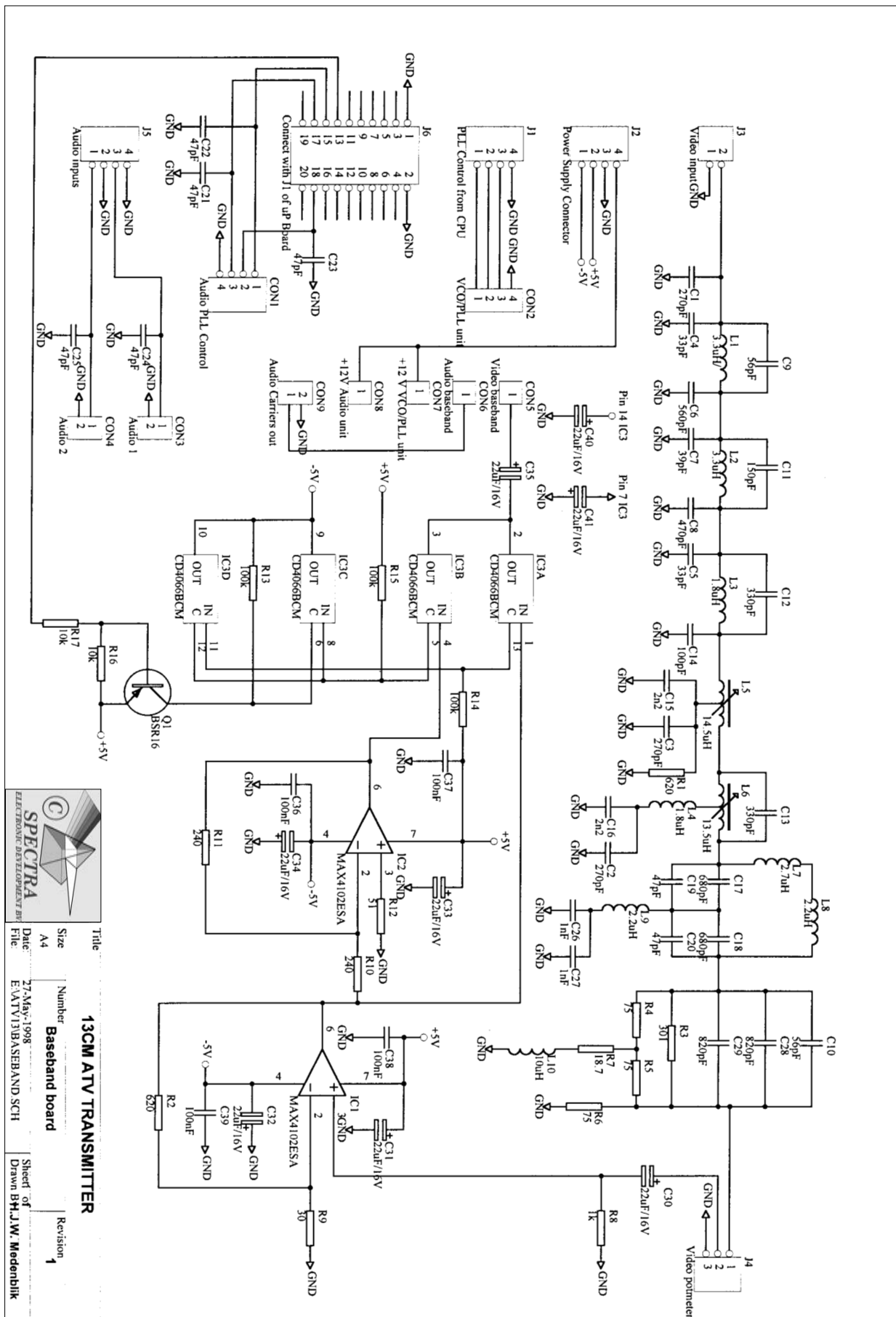


Fig.8  
Schema videodeel

ter ofwel het gemodificeerde filter te kiezen is de definitieve print layout zo ingericht dat beide filters desgewenst bestukt kunnen worden.

### Bouw van de basisband print

De print layout en componentenopstelling van het videodeel zijn weergegeven in figuur 10-13. De print is zo ontworpen dat eventueel ook het originele videofilter met Neosid-spoelen gemonteerd kan worden.

De (samengestelde) condensatoren worden dan echter wel in SMD 0805 uitgevoerd. Op de print zijn voor extra condensatoren de posities met 'Opt' aanwezig.

De weergegeven componentenopstelling gaat echter uit van het gemodificeerde videofilter met vaste spoelwaarden. De gebruikte spoelen zijn van Coilcraft uit de 90-serie.

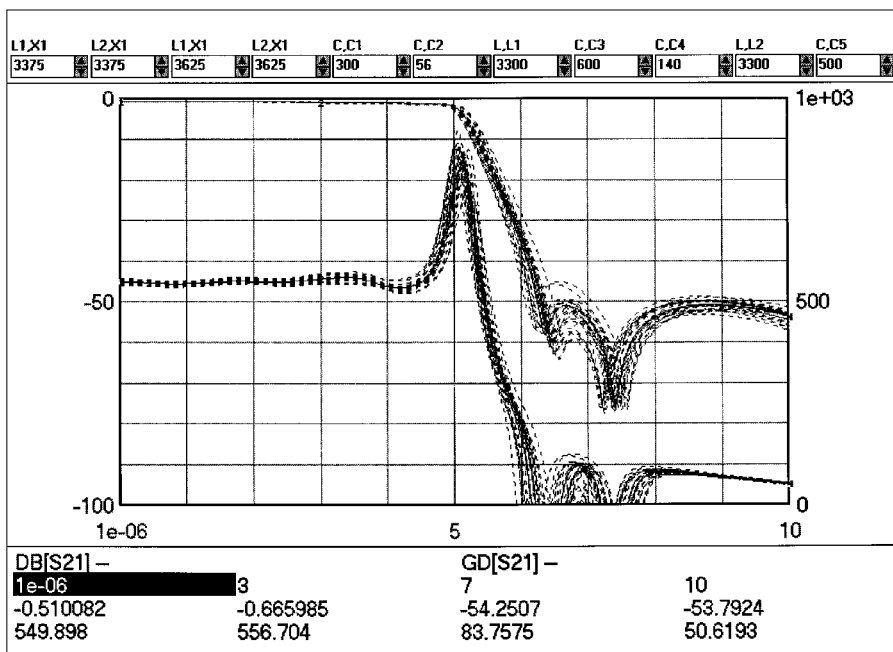
De spoel van 3,3  $\mu\text{H}$  is type 90-19, de 1,8  $\mu\text{H}$  spoel is type 90-16. De 2,2  $\mu\text{H}$  spoel heeft als typenummer 90-17, de 10  $\mu\text{H}$  spoel type 90-25 en de 2,7  $\mu\text{H}$  spoel tenslotte heeft als typenummer 90-18. In de componentenopstelling zijn de shapes van de Neosid-spoelen weergegeven.

Er wordt verondersteld dat de nabouwer het sporenpatroon volgt om de vaste spoelen daarvoor in de plaats te monteren. Alleen de spoelen met middenaftakking blijven van Neosid. Deze hebben beide het typenummer 00501600 (BV5016).

Op de print is ruimte gereserveerd om de audio-unit en de VCO/PLL-unit te monteren. Met stukjes draad kan de connectie naar de units gerealiseerd worden.

Bij het monteren van de SMD-elco's moet gelet worden op de juiste polariteit. Dit kan verwarrend zijn omdat bij SMD-elco's de streep juist de positieve kant weergeeft. Aan de onderzijde van de print zijn ter hoogte van het audiodeel bij de programmeerconnector en de audio-inputs enkele condensatoren geplaatst van 47 pF. Deze zijn noodzakelijk voor het ontkoppelen van hoogfrequent.

De print wordt tenslotte na zorgvuldige bestukking voorzien van de juiste interconnecties met de voeding en het microprocessorboard. De voeding komt binnen op de 4-polige header. Daarop staat een permanente +5 V, -5V, een geschakelde 12V en GND.



**Fig.9**

**Monte Carlo-analyse van het gemodificeerde videofilter met een component tolerantie van 5%.**

Onder de geschakelde 12V wordt verstaan een 12V die alleen tijdens zenden aanwezig is. Dit komt dus van een voedingsbord waarvan de 12V bestuurd wordt door het TX\_ENABLE signaal van het microprocessorboard.

### Eindtrap

Ook een eindtrapje is speciaal voor dit project ontwikkeld. Doel was om ongeveer 1,5 Watt op te kunnen wekken over de gehele 13 cm-band. Verder was het wenselijk om gebruik te maken van standaard 1.6 mm dik FR4-printmateriaal wat voor amateurbegrippen volgens mij nieuw is.

Een bekend ontwerp van DB6NT is op teflon print uitgevoerd en qua afmetingen vrij groot ten opzichte van het hier gepresenteerde ontwerp. Wel zijn er in dit nieuwe ontwerp drie afregelpunten aanwezig, wat noodzakelijk is om toch het uiterste uit de gebruikte fets te halen. Vaste SMD-condensatoren zijn in verband met spreiding en tolerantie onhaalbaar gebleken om het maximale uit het eindtrapje te halen over de gehele band. De gebruikte SMD-trimmers zijn uit de TZC03-serie van Murata. Deze trimmers zijn eigenlijk niet bedoeld voor dit hoge frequentiebereik, maar er wordt dankbaar gebruik gemaakt van de parasieten voor een

juiste matching met de fets. Sky-trimmers zijn niet bruikbaar gebleken in dit ontwerp wat waarschijnlijk te wijten is aan de vrij grove afmetingen van dat type trimmers ten opzichte van de hier gebruikte Murata-trimmers en de bijbehorende parasieten die die trimmers teweegbrengen.

Na afregeling is het bij meerdere prototypes gebleken dat er 1,8 Watt geleverd wordt. Dit valt aan de bandgrenzen af tot circa 1,5-1,6 Watt, zodat gesteld kan worden dat de vlakheid over de band goed is.

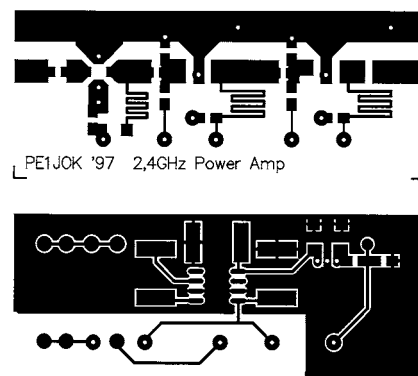
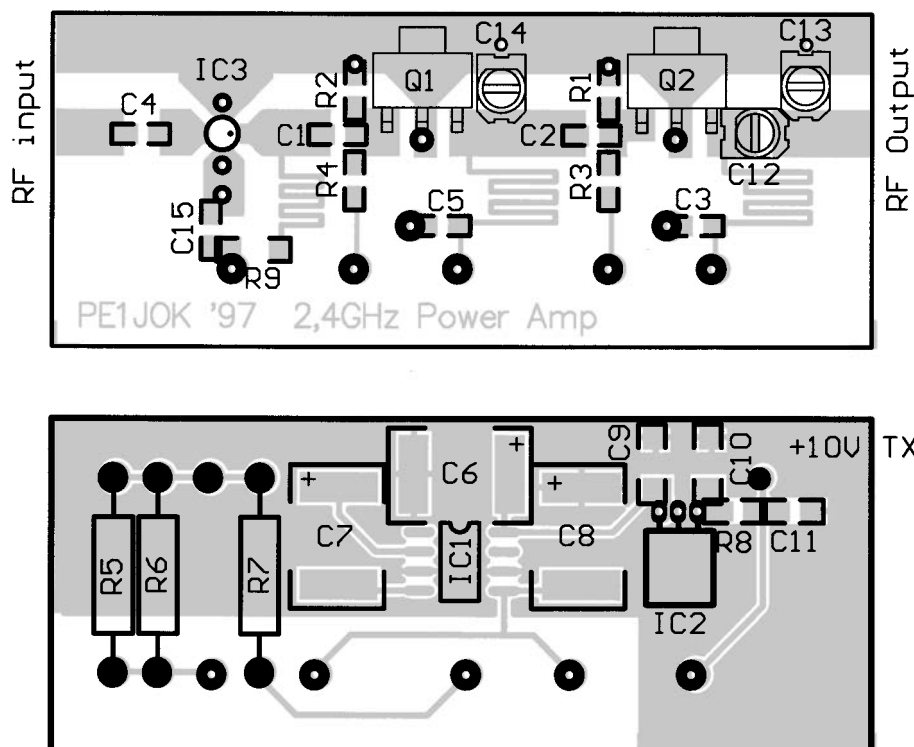
### De bouw van het eindtrapje

In figuur 14 is het totale schema van de eindtrap weergegeven. In figuur 15-17 is de printlayout afgedrukt alsmede de componentenopstelling. Deze bestaat uit twee aparte printjes die beide aan de andere zijde geheel uit koper bestaan. Het ene printje bevat het hoogfrequent circuit terwijl het tweede printje de biasing van de fets verzorgt. Deze wordt aan de onderzijde gemonteerd. Beide kunnen ze met de ruggen naar elkaar in een blikken afscherming gemonteerd worden. Figuur 18 geeft een indruk van een compleet gemonteerd eindtrapje. De massa-aansluitingen van de ERA-versterker dienen zo kort mogelijk te zijn; dat wil zeggen dat deze direct naar de zijde van het





## Repeater 2/1998



**Fig.15-17**  
**Componentopstelling (schaal 2:1) en print layout 1,5 Watt zendereindtrap (schaal 1:1)**

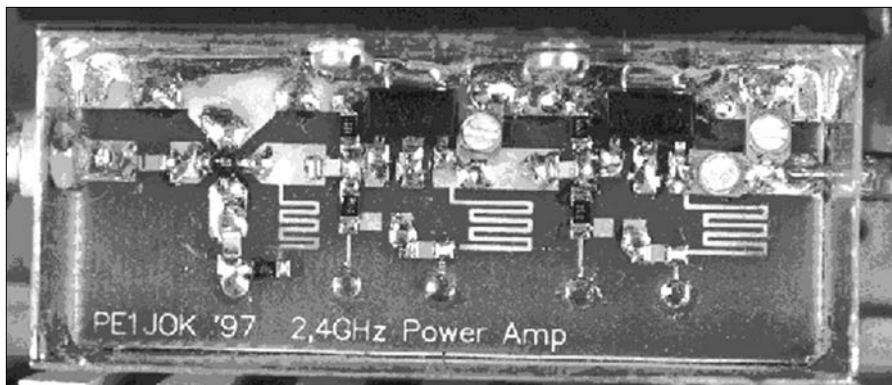
grondvlak moeten worden doorgevoerd. De CLY's worden op de juiste posities gesoldeerd. Deze fets zijn heel erg gevoelig voor onder andere statische elektriciteit. Echter ook lage spanningen kunnen de oxidelaag onder de gate opblazen. Sommige soldeerbouten hebben een bromspanning op de soldeerpunt staan door de geïnduceerde stromen in het verwarmingselement. Deze spanning kan bijvoorbeeld 15V bedragen en dat is voldoende om de fets kapot te krijgen. De koelflapjes die de sourceaansluitingen voorstellen, liggen tegen de blikken afscherming aan. Aan de blikken afscherming dient

een koelblok gemonteerd te worden om de warmte goed af te voeren. Op de foto in figuur 18 zijn de M3-schroefkoppen voor de bevestiging van het koelprofiel aan het blikje ter hoogte van de CLY's te zien.

### Voedingscircuit

Tenslotte heb ik nog een voedingscircuit ontworpen, echter zonder printontwerp. In principe zullen de meeste amateurs zelf wel in staat zijn om een voedinkje in elkaar te zetten. Voor het gemak heb ik toch het schema weergegeven in figuur 19 zoals ik het op dit moment zelf toepas in mijn eigen exemplaar van de

13 cm ATV-zender. De 10 en 12V-spanningen worden geschakeld met behulp van twee P-kanaal Mosfets. Ik heb daarvoor de IRF9540 gebruikt daar ik deze nog had liggen. Kenmerkend van deze fets is dat ze een zeer lage Ron hebben waardoor er geen vermogen in gedissipeerd wordt. Ze hoeven daarom ook niet gekoeld te worden. Deze worden via een stuurtransistor, die in feite als levelshifter dient, aangestuurd via het TX\_ENABLE-signaal van het microprocessorboard. Tenslotte heb ik ervoor gekozen om de 5V voor het microprocessorboard te voeden via een 'simple switcher' van National Semiconductor, de LM2594-5. Dit kleine SMD-IC is met weinig extra elektronica in staat om ruim 0,5 Ampère te leveren met als groot voordeel dat er nagenoeg geen vermogen gedissipeerd wordt. Dit is mogelijk doordat dit IC in feite een kleine schakelende voeding voorstelt. Daardoor wordt alles minder warm in de uiteindelijke behuizing van de zender. Ik heb het tot op heden in verband met ongewenste storingen nog niet gedurft om tevens de zenderspanning te voeden vanuit een switched mode regulator. Deze wor-



**Fig.18**  
**gebouwde zendereindtrap**



Title		13CM ATV TRANSMITTER	
Size	A4	Number	Power Supply Unit
Date	27-May-1998	Sheet of	1
File	E:\ATV\13U\PLY SCH	Drawn by	J.W. Medenblik

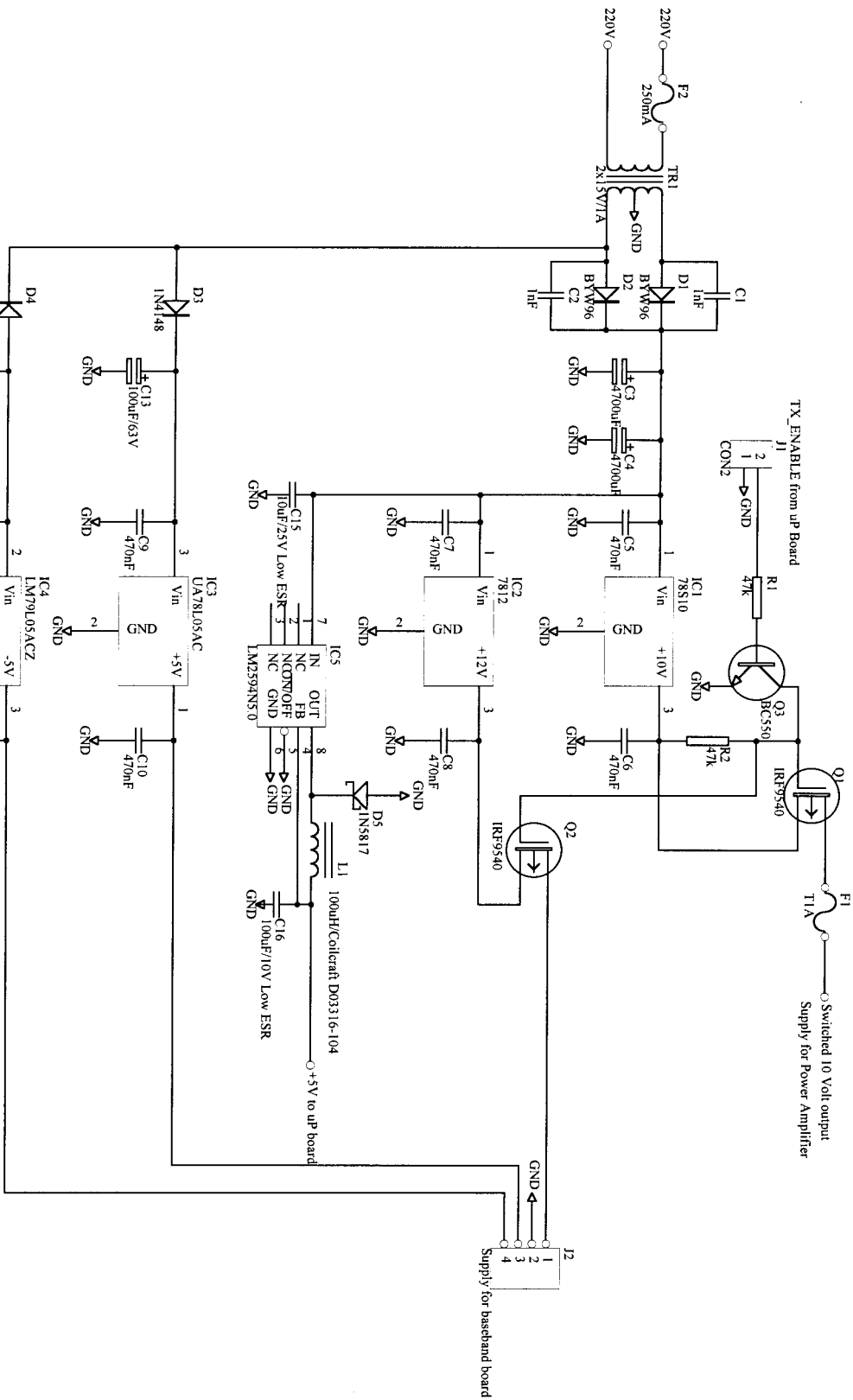


Fig.19  
Schema mogelijke voeding

den daarom gewoon uit lineaire regelaars gestabiliseerd, maar moeten helaas daarom wel gekoeld worden. Ik gebruik daarvoor de metalen achterkant van de behuizing van de zender.

### Nawoord

Met dit deel is een afsluiting gekomen van de artikelenreeks over een 13 cm ATV-zender. Hopelijk heeft deze reeks bijgedragen tot het kweken van de 'zelfbouw spirit' bij collega zendamateurs.

Tot ziens op 13 cm !

### Referenties

Videofilter, Repeater 1/97, Hans Bruin.

## Onderdelen en bouwpakketten 13 cm ATV-stuurzender

### ***VCO/PLL unit (Repeater 5/97)***

Compleet bouwpakket

Fl 75,-

### ***Audio-unit (Repeater 1/98)***

Compleet bouwpakket

Fl 176,-

### ***Controllerunit (Repeater 1/98)***

Bouwpakket (incl.controller/LCD)

Fl 275,-

### ***Video-unit (Repeater 2/98)***

Bouwpakket (excl.Neosid-spoelen)

Fl 172,-

**De genoemde prijzen zijn incl.BTW  
en excl.verzendkosten.**



**Spectra BV**  
**Marga Klompéhoeve 99**  
**2743 HW Waddinxveen**

**Tel. 0182-640228**  
**Fax. 0182-640345**

**Email: [spectra@wxs.nl](mailto:spectra@wxs.nl)**

# PI6KMP; De jongste van Nederland

Met dank aan Theo Gosselink, PE1MHT

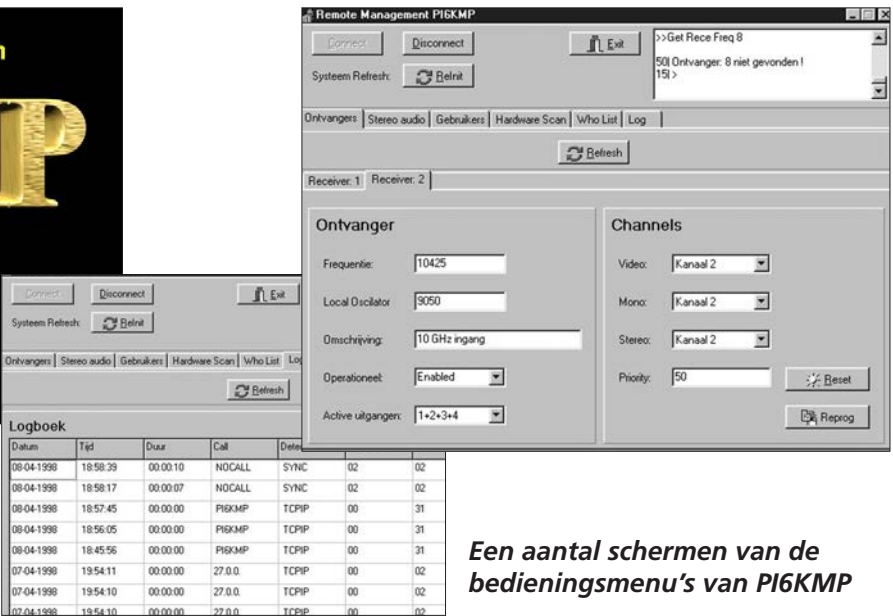


Dit is hem dan, PI6KMP, de jongste ATV-Repeater in Nederland. PI6KMP zendt met nu nog 300 milliWatt uit op 2386 MHz vanuit het Almere-college in Kampen. Later dit jaar zal het vermogen verhoogd en ook een 3 cm-uitgang op 10.200 gerealiseerd worden.

De repeater zendt en ontvangt in F3F (FM modulatie). De ingangsfrequenties zijn 1286 MHz 10.425, en 10.450 GHz. Het audio wordt ontvangen en uitgezonden op 6,5 MHz. Daarnaast is de ontvangst-zijde voorzien van Wegener Panda-1 stereo op de diverse ontvangers. De daarvoor algemeen gebruikte frequenties zijn 7.02 en 7.20 MHz.

### Identificatie

PI6KMP maakt gebruik van een identificatiemethode waarbij gedetecteerd kan worden wie over de repeater werkt. De informatie wordt inclusief aditionele gegevens opgeslagen in het besturings-systeem en is tevens later opvraagbaar. De gegevens worden maximaal een jaar bewaard. Ook is voorzien in web-achtige informatiepagina's die actief zijn indien er geen activiteiten op de repeater zijn. Deze pagina's laten allerlei regio nieuws zien, en bevatten tevens diverse informatie over de repeater zelf. Enkele pagina's worden dynamisch gegenereerd. De repeater is geheel op afstand bestuurbaar. Dit is mogelijk dankzij het gebruik van TCP/IP. Hiertoe beschikt de repeater over een 10 Mb Ethernet-kaart. Deze wordt gebruikt voor toekomstige uitbreiding, bijvoorbeeld mogelijkheden voor een 33K6 V34+-modem. Door dit



modem te koppelen aan een subcarrier van zowel de zender als de ontvanger, is het mogelijk 'in te bellen' op de repeater met behulp van een ATV-zender/ontvanger. Daarvoor is een aantal modems gemodificeerd (TCP/IP over AX.25 met behulp van een Flexnet-driver). Dit is een 1200 baud-ingang (later 9600 baud) met ip nummer: PI6KMP.AMPR.ORG (De verbinding wordt gemaakt met TELNET). Ook is er een 'dedicated' TELNET-cliënt gemaakt waarmee de meeste functies van de repeater te besturen zijn.

### Technische informatie

De repeater-software draait onder Windows 95 OS 2.1 op een Pentium 200MMX-processor met 48 Mb intern geheugen. Naast een ATI Rage-II - VGA kaart (met video-uit) is ook een geluidskaart aanwezig alsmede een 16 speed-CD-ROM. Het systeem is geheel geschreven in Delphi 2.0 met uitsluitend native componenten. De communicatie met de hardware gaat met behulp van het I2C protocol. Daartoe zijn alle aangesloten 19" modules van besturingsmodules voorzien.

### Ingangen

Naast de huidige zes ontvanger ingangen (uitbreidbaar tot acht) heeft het systeem nog acht extra video ingangen voor diverse toepassingen. Totaal dus 16 (uitbreidbaar tot 32). Voor het monogeluid is voorzien in achtmono ingangen en voor het stereo signaal zijn zes stereo-ingan-

### Een aantal schermen van de bedieningsmenu's van PI6KMP

gen beschikbaar. Er is gebruik gemaakt van zogenaamde audioprofielen waardoor per aangesloten ontvanger de hoog-, laag- en balancevolume alsmede stereo-effecten zijn geregeld. Deze gegevens diept de software uit de Paradox-databasefiles. Daar staan ook alle ontvanger-, zender- en log-gegevens in. Ook operationele parameters zijn hierin vast gelegd en op afstand te wijzigen. De repeater-software is 'Plug and Play'. Indien een nieuwe ontvanger wordt toegevoegd (of andere speciale hardware), dan herkent de software deze en maakt records aan in de database. Daarna is de hardware meteen beschikbaar en configureerbaar (ook op afstand). In het Gebruik-overzicht is te zien hoe vaak de repeater gebruikt is, en hoelang de verbindingen geduurd hebben (In seconden). Inmiddels kan ook de zender geheel bestuurd worden.

### Tenslotte

Namens de makers en bedenkers van PI6KMP wensen wij u veel kijk en luisterplezier.

Theo Gosselink jr. PE1MTH  
Theo Gosselink PE1AOE  
Andre Peters PE1AIQ  
Wim Warnar PE1FJP